# Capítulo 1

- **Corta-chamas**
- **Válvulas**
- **Acessórios de tanques**

*para segurança e meio-ambiente*

Edição 2012 / 2013

# Como usar este catálogo

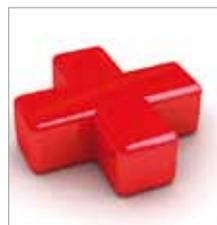
O atual catálogo PROTEGO® possui uma estrutura modular.

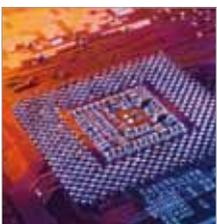
No capítulo 1, além de apresentar a empresa, as “Bases técnicas” e as “Instalações seguras na prática” oferecem uma explicação básica do funcionamento e da utilização dos dispositivos PROTEGO®, permitindo a pré-seleção correta dos mesmos.

Seguindo essa seleção preliminar, o usuário é remetido para os capítulos 2 a 8, onde os dispositivos são descritos em detalhe.

## Aplicações típicas

- Tanques de armazenamento e instalações de carregamento
- Retorno de vapores em postos de gasolina
- Sistemas de combustão
- Sistemas de processamento químico e farmacêutico
- Sistemas de gás de aterro sanitário e de biogás
- Sistemas de tratamento de esgoto

## Aplicações exóticas

- Fornecimento de óxido nitroso em aplicações clínicas
- Drenagem de superfícies à prova de explosão em heliportos
- Armazenamento de barris de uísque
- Produção de conhaque

## Aplicações especiais

- Esterilização de alimentos a vácuo
- Produção de bolachas na indústria de TI
- Ventilação para extração de metano na mineração
- Produção de vitaminas
- Produção de creme dental e desinfetante bucal

# Conteúdo

A Braunschweiger Flammenfilter é uma empresa familiar de tradição, trabalhando por mais de 50 anos no desenvolvimento de corta-chamas, válvulas e acessórios de tanques para a engenharia de processos industriais. Durante este tempo as marcas PROTEGO®, FLAMEFILTER® e FLAMMENFILTER®, registradas internacionalmente, tornaram-se sinônimo de qualidade e funcionalidade.

Os produtos são desenvolvidos em estreita colaboração com os usuários finais, laboratórios técnicos e autoridades de testes. O centro de pesquisa e desenvolvimento PROTEGO® - o maior de seu tipo - não apenas desenvolve os próprios produtos, como também está disponível para projetos de pesquisa em geral e para desenvolvimentos especiais de clientes. Diâmetros nominais até DN 1000 (40“) bem como pressões e temperaturas mais elevadas são possíveis.

PROTEGO® oferece uma linha abrangente de corta-chamas, válvulas e acessórios de tanques que foi desenvolvida para atender às demandas do mercado. Os produtos são instalados pelos usuários industriais numa ampla gama de aplicações: parques de tancagem para líquidos inflamáveis em aplicações industriais e militares; instalações para processamento químico e farmacêutico; instalações para a combustão de vapores; instalações de biogás, gás de aterro sanitário e de tratamento de esgoto; construção naval; plataformas de petróleo e instalações de carga e descarga. Os produtos PROTEGO® são sistemas autônomos de proteção ou integrados em equipamentos. São usados nas salas limpas de TI, na esterilização de alimentos, em sistemas de pintura, na indústria aeroespacial ou em locais onde vapores explosivos podem se formar ou onde válvulas redutoras de pressão particularmente sensíveis são necessárias.

PROTEGO® - para segurança e meio ambiente: Oferecemos o apoio de nossos engenheiros treinados durante a fase de planejamento e fornecemos, através da nossa rede mundial de parceiros, sistemas que operam de forma segura a partir do projeto até a implementação.

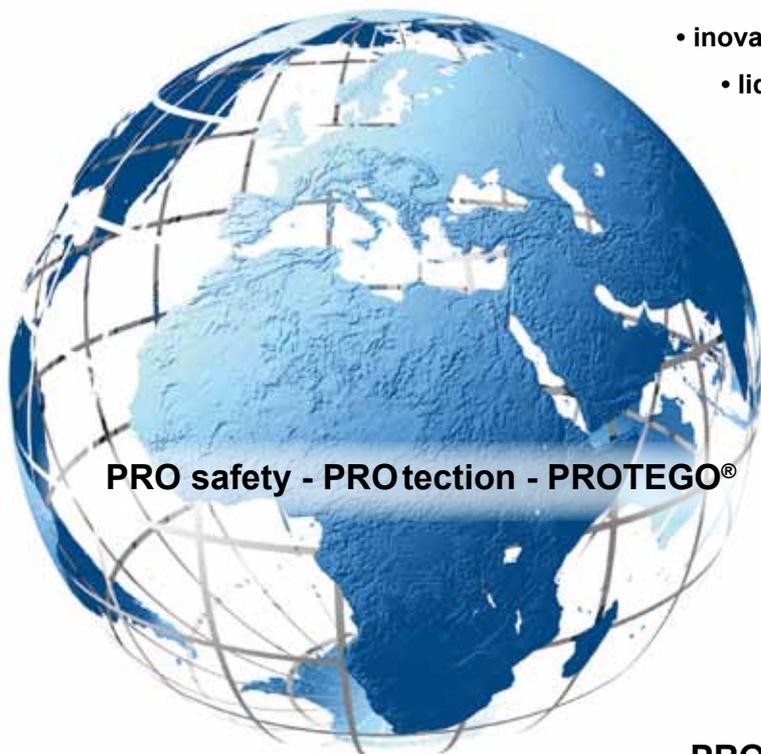
Seminários e sessões de treinamento focados em produtos são oferecidos em Braunschweig, Alemanha, para reforçar as apresentações teóricas com experiências práticas. Evidentemente, os seminários são oferecidos também próximos ao cliente, fornecendo informações atualizadas sobre engenharia de segurança de última geração.

A qualidade dos produtos é documentada de acordo com padrões internacionais. DIN ISO 9001/2008 e DIN ISO 14001 foram implementados há muitos anos e se tornaram parte da prática do dia-a-dia.

A qualidade derivada da produção em conformidade com ATEX é o selo da confiabilidade. A isto se acrescenta o símbolo do leme para abastecimento da indústria de construção naval e o símbolo da “Factory Mutual”, indicando a conformidade com os requisitos internacionais. As instituições internacionais de ensaio e de aprovação nos conhecem através de contatos diários como parceiro competente e confiável, tendo emitido mais de 5000 aprovações.

Hoje, PROTEGO® é considerada uma das líderes em sua área de negócios e opera no mundo inteiro com uma rede de filiais, sucursais e representantes. O Grupo PROTEGO® inclui 11 empresas de distribuição e serviços e mais de 50 representantes nos mercados mais importantes em todos os continentes. Os clientes são prontamente atendidos com produtos, peças de reposição e serviços através de centros regionais de apoio.

PROTEGO®, FLAMEFILTER® e FLAMMENFILTER® são marcas registradas internacionalmente da Braunschweiger Flammenfilter GmbH.

**Nas áreas de segurança e proteção ao meio ambiente, PROTEGO® é conhecida internacionalmente por:**

- **inovação de produtos**
- **liderança tecnológica**
- **assessoria técnica e serviços**
- **solução de problemas**
- **qualidade do produto**
- **disponibilidade do produto e entrega no prazo**
- **integridade e solidez**

**PROTEGO® EQUIPE GLOBAL**

## Desenvolvimento

Os corta-chamas protegem sistemas sujeitos a riscos de explosão contra os efeitos de explosões. Desde que as explosões de gás metano foram reduzidas com sucesso pela indústria de mineração em meados do século 19, em conseqüência do desenvolvimento da lanterna de mineiro com a tela “Davy”, foram encontradas outras soluções para tornar também os sistemas da química moderna de hidrocarbonetos - onde gases muito mais perigosos são utilizados - mais seguros.

Além disso, a introdução do automóvel tornou necessária a implantação de postos de gasolina. Junto com os postos de gasolina surgiu o problema de formação de vapores explosivos suscetíveis à inflamação, consistindo de hidrocarbonetos e de ar, em torno dos tanques e dos equipamentos de carregamento. Dada a necessidade de um manuseio seguro em atmosferas perigosas, as grandes empresas petrolíferas levaram adiante o desenvolvimento de dispositivos de proteção para aplicações industriais e militares.

Foram alcançados sucessos iniciais usando panelas de cascalho em tanques de combustível: a entrada de uma explosão da atmosfera para dentro do tanque de armazenamento ou para a tubulação conectada é interrompida pelo cascalho, a chama é extinta e o tanque permanece protegido. Os problemas do cascalho solto, porém, são a não-reprodutibilidade da capacidade de cortar chamas e a grande perda de pressão. Já em 1929, uma nova tecnologia foi patenteada que substituiu o cascalho solto por fitas de metal corrugado enroladas (figura 1a). Juntamente com o absorvedor de choque, também patenteado, um dispositivo de proteção foi desenvolvido que detinha processos de combustão detonadores num tubo com a mínima perda de pressão. O corta-chamas à prova de detonação PROTEGO® - desenvolvido por Robert Leinemann - foi criado (figura 1b). O corta-chamas recebeu o seu nome muitos anos depois, em 1954, quando Robert Leinemann fundou sua empresa Braunschweiger Flammenfilter.

Com a evolução dos processos químicos, as exigências em torno dos dispositivos de proteção tornaram-se cada vez mais complexas. Acrescentaram-se a isto os requisitos de proteção ambiental. Vapores provenientes de processos precisam ser eliminados de forma compatível com o ambiente e precisam ser fornecidos aos sistemas de combustão de acordo com os regulamentos do ar limpo. A mistura explosiva, de forma contínua ou ocasional, é enviada para uma fonte de ignição durante o processamento. Estes riscos especiais devem ser combatidos com medidas especiais. Os corta-chamas PROTEGO® oferecem proteção confiável a sistemas industriais; como resultado de pesquisa e desenvolvimento contínuos, os corta-chamas são sempre de última geração.

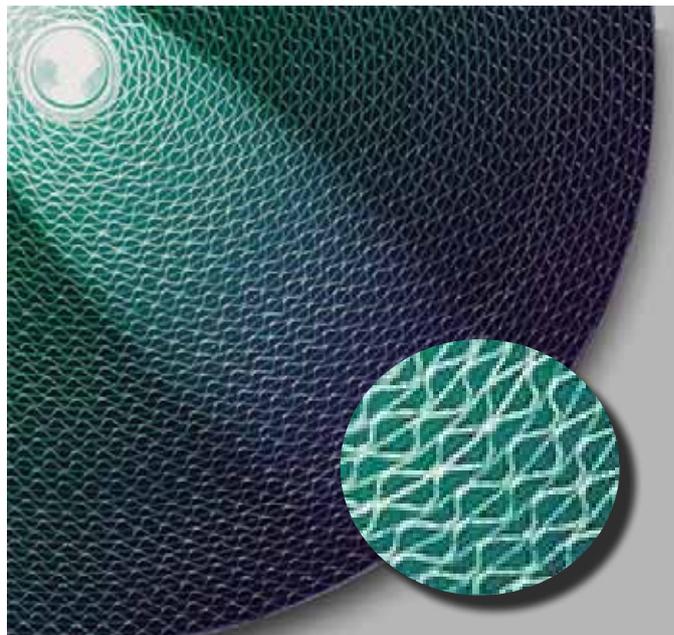



*Figura 1a:*
*FLAMEFILTER® enrolado a partir de fitas de metal corrugado*

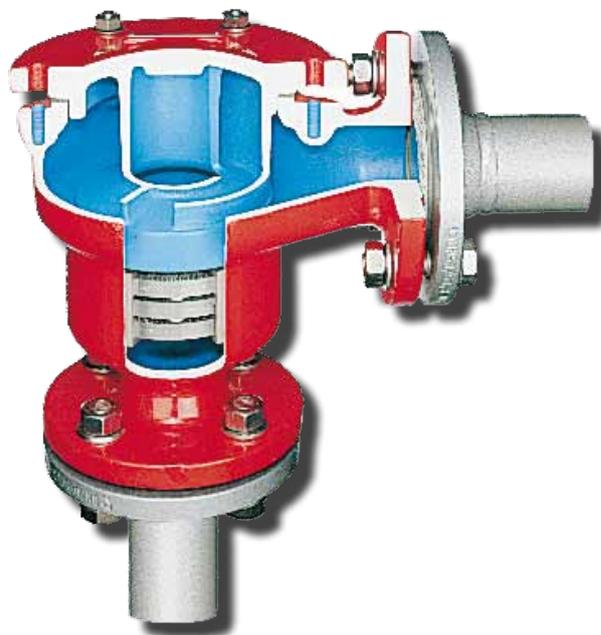



*Figura 1b:*
*Corta-chamas PROTEGO® à prova de detonação com absorvedor de choque*

## Processos de combustão

Misturas explosivas podem queimar de várias maneiras. Os seguintes fatores podem influenciar, entre outros, o processo de combustão: a composição química da mistura, possíveis ondas de pressão, a pré-compressão, a forma geométrica da câmara de combustão e a velocidade de propagação da chama.

Os relevantes **processos de combustão** para corta-chamas são definidos em normas internacionais:

**Explosão** é o termo genérico para a reação abrupta de oxidação ou de decomposição, produzindo um aumento de temperatura, de pressão ou de ambos simultaneamente [ver também EN 1127-1:1997].

**Deflagração** é uma explosão que se propaga à velocidade subsônica [EN 1127-1:1997]. Dependendo da forma geométrica da câmara de combustão, uma distinção é feita entre a deflagração atmosférica, a deflagração pré-volumétrica e a deflagração em tubulação.

**Deflagração atmosférica** (figura 2) é uma explosão que ocorre ao ar livre, sem aumento significativo da pressão.

**Deflagração pré-volumétrica** (figura 3) é uma explosão em um volume fechado (tal como dentro de um recipiente), iniciada por uma fonte de ignição interna.

**Deflagração em tubulação** (figura 5) é uma explosão acelerada dentro de um tubo que se propaga ao longo do eixo do tubo à velocidade subsônica.

**Combustão estabilizada** é a queima uniforme e constante de uma chama estabilizada sobre ou perto do elemento corta-chamas. Faz-se uma distinção entre a **combustão de curta duração** (queima estabilizada por período específico) e a **combustão contínua** (queima estabilizada por período ilimitado) (figura 4).

**Detonação** é uma explosão que se propaga à velocidade supersônica e é caracterizada por uma onda de choque [EN 1127-1:1997]. A distinção é feita entre **detonação estável** e **detonação instável** (figura 5).

Uma detonação é **estável** quando se propaga através de um sistema fechado, sem variação significativa das características de velocidade e pressão (em condições atmosféricas, as velocidades típicas para misturas de teste e procedimentos de teste variam entre 1.600 e 2.200 metros/segundo). Uma detonação é **instável** durante a transição do processo de combustão de deflagração para a detonação estável. A transição ocorre em áreas de espaço limitado em que a velocidade da onda de combustão não é constante e onde a pressão da explosão é significativamente maior do que a da detonação estável. NOTA: A localização desta zona de transição depende, entre outros, da pressão e da temperatura de trabalho, do diâmetro do tubo, da configuração da tubulação, do gás em teste e do seu grupo de explosão e deve ser predeterminada em cada caso por ensaios.

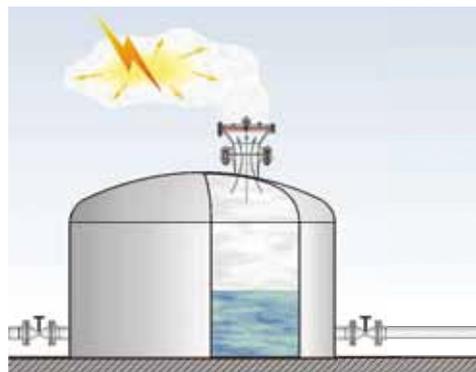



*Figura 2: Deflagração atmosférica*

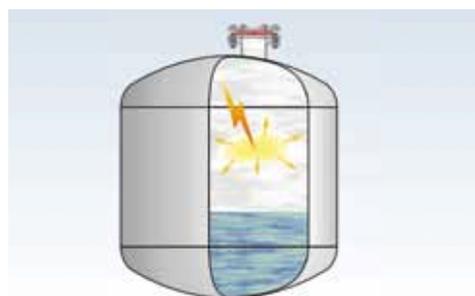



*Figura 3: Deflagração pré-volumétrica*

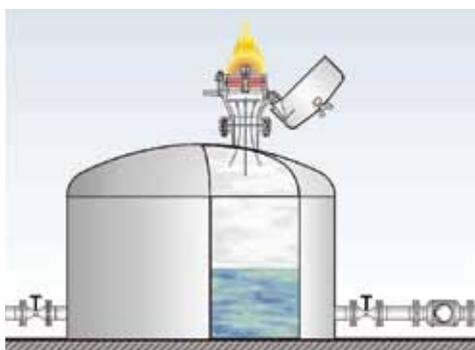



*Figura 4: Combustão estabilizada*

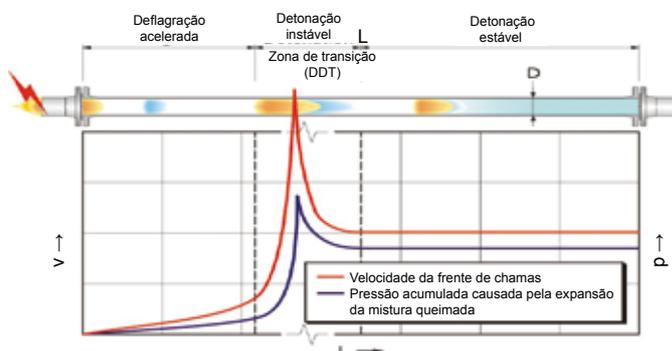



*Figura 5: Deflagração - detonação instável - detonação estável*
*L = Distância da fonte de ignição*
*D = Diâmetro do tubo*
*v = Velocidade da frente de chama*
*p = Pressão*
*DDT = Transição da deflagração à detonação*

*para segurança e meio-ambiente*

### Tipos básicos

Os corta-chamas são subdivididos em diferentes tipos, dependendo do processo de combustão (combustão continua, deflagração, detonação e os vários subgrupos) e de acordo com a instalação (em tubulação, em final de linha, em equipamentos).

Os tipos básicos são:

a) Corta-chamas estáticos a seco

b) Corta-chamas estáticos de selo líquido

c) Corta-chamas dinâmicos

### Princípios de funcionamento

**a) Corta-chamas estáticos a seco**

Os elementos corta-chamas feitos de fitas de metal corrugado enroladas podem ser fabricados com espaçamentos para a extinção da chama, consistentemente reproduzíveis. O tamanho do espaçamento pode ser ajustado de acordo com a capacidade de retrocesso de chama da mistura explosiva.

O FLAMEFILTER® é feito de fitas de metal corrugado enroladas, formando o elemento corta-chamas. O princípio de extinção da chama em espaçamentos pequenos é aplicado nos corta-chamas PROTEGO® de final de linha e no corta-chamas PROTEGO® para tubulação (capítulos 2, 3, 4 e 7).

Quando uma mistura inflama-se num espaço entre duas paredes, a chama se propaga na direção da mistura não queimada. A expansão do volume da mistura já queimada pré-comprime a mistura não queimada e acelera a chama.

A chama é extinta por dissipação de calor na camada limite „s“ para a grande superfície do comprimento do espaçamento (“gap”) em comparação com a sua largura „D“, resfriando o produto abaixo de sua temperatura de ignição (figura 6).

A largura e o comprimento do espaçamento do elemento corta-chamas determinam a sua capacidade de extinção.

Quanto mais estreito e longo o espaçamento for (“gap”), maior é a eficácia da extinção. Quanto mais largo e curto o espaçamento for (“gap”), menor é a perda de pressão. A melhor solução entre as duas condições é determinada por ensaios.

### Tecnologia original PROTEGO®

Para se proteger contra todos os processos de combustão anteriormente mencionados, PROTEGO® desenvolveu os corta-chamas estáticos a seco, otimizando sua construção e submetendo-os a certificações nacionais e internacionais em testes de protótipo (figuras 7a e 7b).

Todos os corta-chamas estáticos a seco PROTEGO® baseiam-se no princípio de funcionamento do FLAMEFILTER®.

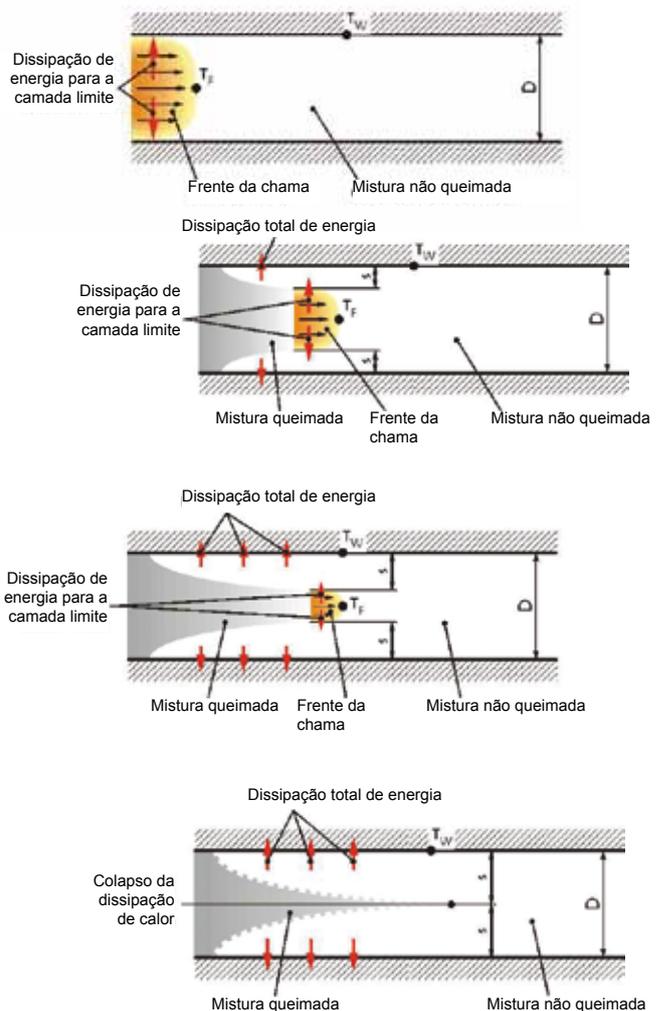



*Figura 6:*
*Extinguindo a chama no espaçamento estreito por transferência de calor (flame quenching)*

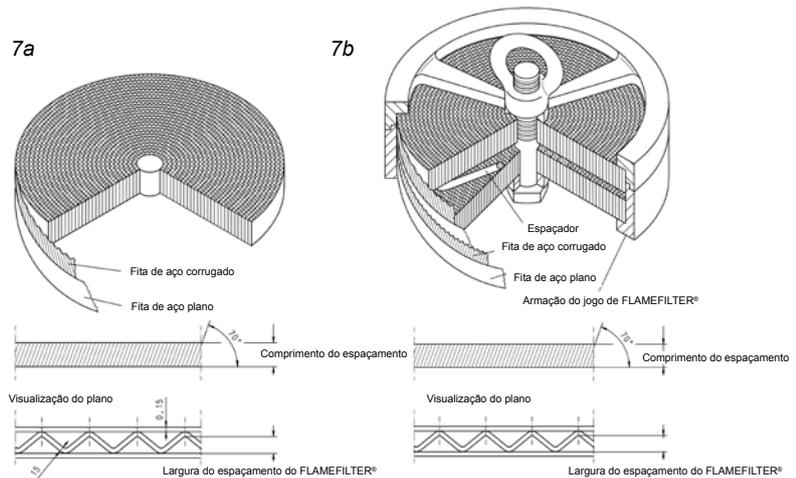



*Figura 7:*
*FLAMEFILTER® (a) com largura e comprimento do espaçamento (“gap”) e conjunto abafador de chamas PROTEGO® (b) com FLAMEFILTER®, espaçador e armação*

### Definições

1. **Corta-chamas** (figura 8a) são dispositivos instalados na abertura de um invólucro ou no tubo de ligação de um sistema de invólucros, cuja função é permitir o fluxo, porém, impedir a propagação da chama.

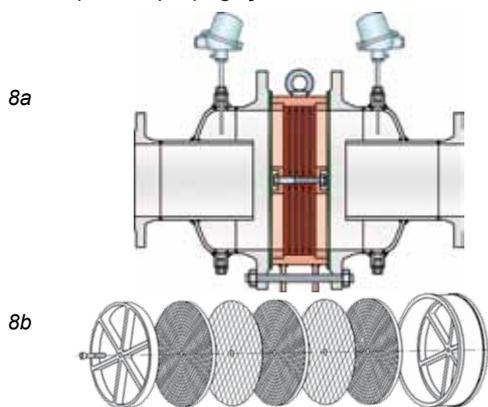



*Figura 8: Corta-chamas PROTEGO® (a) e conjunto abafador de chamas PROTEGO® (b – construção modular)*

2. **O conjunto abafador de chamas** PROTEGO® (figuras 8b e 7b) é a parte de um corta-chamas cuja principal tarefa é impedir a propagação da chama.
3. Vários **FLAMEFILTER®** (figura 7a) formam o conjunto abafador de chamas PROTEGO® (figuras 7b e 8b), juntamente com os espaçadores e a armação.
4. Dependendo das condições de instalação e de processo, corta-chamas à prova de deflagração ou de detonação são necessários. Dependendo do modo de operação, a resistência contra a combustão estabilizada (combustão de curta duração, combustão contínua) pode ser necessária.

**b) Corta-chamas estáticos de selo líquido**
Os corta-chamas de selo líquido são barreiras líquidas seguindo o princípio do sifão, onde o líquido pára a deflagração e/ou detonação entrante e extingue a chama. Existem dois tipos diferentes:

1. Corta-chamas de produto líquido: o produto líquido é usado para formar um selo líquido como barreira contra a propagação da chama. O corta-chamas PROTEGO® de produto líquido é um corta-chamas à prova de detonação para tubulação ou de final de linha (=> capítulo 4).

2. Corta-chamas hidráulico: é projetado para quebrar o fluxo de uma mistura explosiva em bolhas definidas numa coluna de água, impedindo assim a propagação da chama. O corta-chamas hidráulico PROTEGO® é projetado e certificado para proteger contra deflagrações, detonações e combustões contínuas.
É feito sob medida conforme os requisitos específicos do cliente (=> capítulo 8).

Ao instalar o corta-chamas hidráulico PROTEGO® como corta-chamas para tubulação, ou como cilindro coletor dos gases de escape e protetor contra o refluxo em tubulações de coleta de vapores próximas ao incinerador, importantes medidas de segurança devem ser levadas em conta, a fim de garantir a necessária segurança contra explosões.

**c) Corta-chamas dinâmicos**
Os corta-chamas dinâmicos são projetados para produzir - em condições de funcionamento - velocidades de fluxo que excedam a velocidade da chama na mistura explosiva, impedindo assim a propagação da chama. Este princípio é aplicado nas válvulas de alívio de pressão de diafragma PROTEGO® (capítulo 7) e nas válvulas de alta velocidade PROTEGO® (capítulo 7) com pressões de ajuste apropriadamente altas. Estas válvulas devem estar fechadas antes da velocidade de fluxo atingir valores críticos. Margens de segurança devem ser incluídas.

Corta-chamas são sistemas de proteção examinados por tipo, de acordo com 94/9/EC, e são marcados com a sigla CE. Normalmente são testados de acordo com EN ISO 16852 e certificados em conformidade com os requisitos específicos da norma. Qualquer certificação em conformidade com outras normas internacionais é mostrada através de marcação com a indicação adequada.

## Grupos de explosão

Dadas as suas composições químicas, gases diferentes têm diferentes capacidades de propagação da chama e são, portanto, classificados em grupos de explosão correspondentes ao seu nível de risco. O critério para isso é o **MESG** = **M**aximum **E**xperimental **S**afe **G**ap (máximo espaçamento experimental seguro), um valor característico medido em laboratório, que diz respeito à capacidade de propagação da chama do produto. O MESG, também chamado de Espaçamento Padrão, é a maior abertura ("gap") entre as duas partes da câmara interior de um dispositivo de teste que, quando a mistura do gás na parte interna inflama, e em condições específicas, impede a ignição da mistura do gás na parte externa, através de uma abertura de 25 mm de comprimento em todas as concentrações do gás testado ou do vapor no ar. O MESG é uma propriedade da respectiva mistura de gás [EN 1127-1:1997]. NOTA: O dispositivo de teste e os métodos são especificados na IEC 60079-1A. A composição mais explosiva está perto da mistura estequiométrica da mistura de gás/vapor com ar.

| Grupo de explosão | Máximo espaçamento experimental seguro [mm] | NEC | Substâncias de referência |
|---|---|---|---|
| IIA1 | 1,14 ≤ MESG | | Metano |
| IIA | 0,9 < MESG < 1,14 | D | Propano |
| IIB | 0,5 ≤ MESG ≤ 0,9 | C | Eteno / Hidrogênio |
| **Subclassificado como** | | | |
| IIB1 | 0,85 ≤ MESG ≤ 0,9 | C | Eteno |
| IIB2 | 0,75 ≤ MESG < 0,85 | C | Eteno |
| IIB3 | 0,65 ≤ MESG < 0,75 | C | Eteno |
| IIC | MESG < 0,5 | B | Hidrogênio |

A tabela acima mostra a classificação de substâncias em grupos de explosão, correspondentes ao seu MESG (IEC 79-1, EN ISO 16852).

Consulte a bibliografia mais específica (especialmente informações técnicas no que diz respeito à avaliação de segurança) sobre o MESG de substâncias individuais, avaliações adicionais e valores característicos de substâncias. Estas informações são fornecidas pela PROTEGO® sob solicitação.

Com o aumento da pressão e da temperatura, a carga sobre os corta-chamas geralmente aumenta. Corta-chamas que foram testados em condições atmosféricas são aprovados e podem ser usados até 60 °C (140 °F) e 1,1 bar (15,9 psi). Se a temperatura de trabalho e/ou a pressão de trabalho forem maiores, os corta-chamas devem ser submetidos a um exame especial segundo os parâmetros de trabalho mais altos.

PROTEGO® oferece corta-chamas para os grupos de explosão acima mencionados também para pressões mais elevadas (> 1,1 bar abs, 15,9 psi) e temperaturas mais altas (> 60 °C, 140 °F) conforme exigido pelos parâmetros operacionais.

### Local de instalação

Dependendo do local de instalação, os corta-chamas devem cumprir várias tarefas de proteção:

Na abertura de uma parte de um sistema para a atmosfera
→ **corta-chamas de final de linha**
Na abertura de um equipamento para um tubo de ligação
→ **corta-chamas pré-volumétrico**
Na tubulação → **corta-chamas para tubulação**

**Os corta-chamas de final de linha PROTEGO®** protegem contra deflagrações atmosféricas e combustão estabilizada - seja de curta duração ou combustão contínua. Podem ser conectados apenas em um dos lados e não podem ser instalados no meio de tubulações. Corta-chamas de final de linha PROTEGO® podem, porém, ser combinados com válvulas (ver página 16: válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas).

**Os corta-chamas pré-volumétricos PROTEGO®** são integrados no equipamento (são partes inseparáveis do equipamento) e testados juntamente com ele.

**Os corta-chamas para tubulação PROTEGO®** protegem contra deflagrações e/ou detonações estáveis e/ou detonações instáveis em tubulações. São instalados em tubulações e não devem ser utilizados como corta-chamas de final de linha.

Os corta-chamas devem ser posicionados de acordo com o uso especificado. No caso do corta-chamas para tubulação à prova de deflagração, certifique-se que a relação L/D permitida (L = distância entre a fonte de ignição e o local de instalação do corta-chamas, D = diâmetro da tubulação) não é ultrapassada e que os corta-chamas para tubulação à prova de deflagração não são instalados demasiadamente distantes da fonte de ignição, de maneira que a deflagração não se transforme numa detonação, porque o lance é demasiadamente longo. A relação L/D permitida é indicada nas instruções do fabricante do corta-chamas.

### Seleção

A eficácia dos corta-chamas deve ser testada e aprovada. Os corta-chamas são categorizados de acordo com o processo de combustão e o local de instalação.Os critérios de seleção estão descritos nos respectivos volumes. Uma vasta gama de modelos e diferentes versões surgem a partir de soluções sob medida para diferentes aplicações. Devido ao projeto modular do conjunto abafador de chamas, os corta-chamas PROTEGO® são, de forma geral, de fácil manutenção. Detalhes construtivos especiais (efeito do tubo de choque SWGTE ou amortecedor de choque patenteado) permitem uma vazão maior, devido à perda mínima de pressão.

| Local de instalação | Em final de linha | | | Integrado no Equipamento | Em tubulação | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Processo de combustão | Deflagração atmosférica | Deflagração atmosférica e combustão de curta duração | Deflagração atmosférica, combustão de curta duração e combustão contínua | Deflagração pré-volumétrica | Deflagração em tubulação | Detonação estável e deflagração em tubulação | Detonação instável e estável e deflagração em tubulação |
| Exemplos de aplicação | → Tanque, página 27<br>→ Reator, página 28<br>→ Respiro livre, página 29 | | | → Soprador<br>→ Bomba a vácuo (p. 32) | → Tubo coletor de escape, página 27<br>→ Sistema de combustão, página 28<br>→ Retorno de vapores, página 29 | | |
| Products | → Capítulo 2 | → Capítulo 2 | → Capítulo 2 | → Capítulo 3 | → Capítulo 3 | → Capítulo 4 | → Capítulo 4 |

### PROTEGO® dispõe do corta-chamas apropriado para cada aplicação

- Proteção contra deflagrações atmosféricas em final de linha: Corta-chamas PROTEGO® à prova de deflagração, de final de linha, capítulo 2
- Proteção contra deflagrações atmosféricas e combustão de curta duração em final de linha: Corta-chamas PROTEGO® à prova de deflagração e de combustão de curta duração, de final de linha, capítulo 2
- Proteção contra deflagrações atmosféricas, combustão de curta duração e combustão contínua em final de linha: Corta-chamas PROTEGO® à prova de deflagração e de combustão contínua, de final de linha, capítulo 2
- Proteção contra deflagrações pré-volumétricas em equipamentos: Conjuntos abafador de chamas PROTEGO® à prova de deflagração em equipamentos, capítulo 3
- Proteção contra deflagrações em tubulações: Corta-chamas PROTEGO® à prova de deflagração, para tubulação, capítulo 3
- Proteção contra deflagrações e detonações estáveis em tubulações: Corta-chamas PROTEGO® à prova de detonação, para tubulação, capítulo 4
- Proteção contra deflagrações e detonações estáveis e instáveis em tubulações: Corta-chamas PROTEGO® à prova de detonação, para tubulação, capítulo 4

## Desenvolvimento

Vasos ou tanques fechados enchidos com produtos líquidos, devem ter uma abertura através da qual a pressão acumulada pode ser liberada, para que o vaso não estoure. Da mesma forma, o vácuo deve ser compensado quando o tanque ou o vaso é drenado, para que não imploda. Sobrepressões inadmissíveis e sobrepressões negativas (a seguir também denominadas vácuo) poderão ocorrer, devido a procedimentos de carga e descarga, processos de limpeza à vapor, inertização e efeitos térmicos. Aberturas livres permitem a livre troca com a atmosfera ou com sistemas de tubulações conectados, que não são controlados e monitorados. Neste caso são usadas calotas de respiro (figura 1).

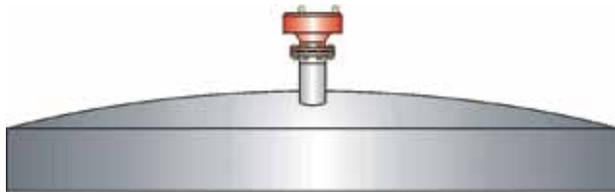



*Figura 1: Alívio do tanque de armazenamento com PROTEGO® EH/0S*

Os vapores de produtos expelidos podem ser venenosos, mal-cheirosos e inflamáveis ou podem simplesmente representar uma perda do produto. Eles poluem a atmosfera.

A concentração local de fábricas químicas e de processamento e a associada poluição ambiental têm aumentado tanto nos últimos 50 anos que, atualmente e especialmente em países industrialmente desenvolvidos, válvulas devem ser usadas para manter as aberturas livres fechadas durante a operação normal, permitindo o alívio de pressão e vácuo apenas em casos de emergência.

Os dispositivos de respiro na forma de válvulas de alívio de pressão e vácuo não devem ser fechàveis (figura 2).

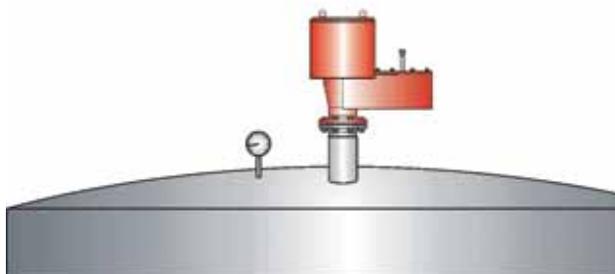



*Figura 2: Respiro do tanque de armazenamento com a válvula de alívio de pressão e vácuo PROTEGO® VD/SV*

Estas válvulas precisam ser simples e robustas, sem necessidade de controle remoto e sem falhas, cumprindo as tarefas esperadas de forma confiável: mantendo e compensando a pressão e o vácuo.

## Tecnologia das válvulas

As válvulas de alívio de pressão e vácuo PROTEGO® têm obturadores calibrados por peso ou por mola. Quando há excesso de pressão no tanque, o obturador de pressão, guiado no corpo, é levantado, liberando assim o fluxo para a atmosfera (figura 3a), até a pressão cair abaixo da pressão de ajuste. Em seguida, a válvula fecha novamente. O lado do vácuo da válvula é firmemente vedado pela carga adicional da sobrepressão. Quando há vácuo no tanque, a sobrepressão da atmosfera levanta o obturador de vácuo e o tanque é ventilado (figura 3b).

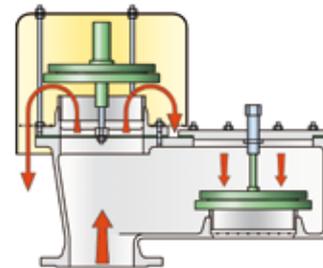



*Figura 3a: Funcionamento da válvula com pressão no tanque*

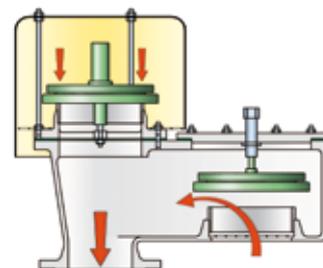



*Figura 3b: Funcionamento da válvula com vácuo (pressão negativa) no tanque*

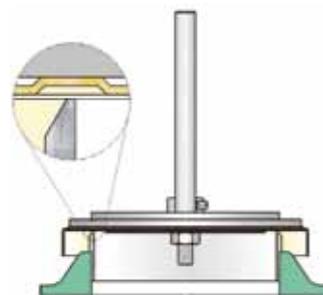



*Figura 4: Obturador de curso pleno PROTEGO® com vedação de colchão de ar*

Em princípio, a válvula de diafragma, que é calibrada com líquido (como lastro) e a válvula piloto-operada, que é auto-operada, funcionam da mesma forma.

Os obturadores das válvulas calibrados por peso têm diversas formas de construção. Uma distinção é feita entre o obturador de curso pleno (figura 4 e figuras 5a e b) e o obturador convencional (figura 6).

A vedação entre o obturador e a sede da válvula é feita por um selo de FEP com colchão de ar, uma vedação metal-metal ou uma vedação plana de PTFE, dependendo da pressão de ajuste ou da aplicação. A melhor vedação é obtida através de um disco metálico lapidado, assentado na sede metálica da válvula (metal-metal). Quando as pressões de ajuste são baixas, um selo de FEP com colchão de ar fornece uma vedação firme. A estanqueidade das válvulas PROTEGO® está muito acima do padrão normal (DIN 3230, índice de estanqueidade B0 ou API 2521), atendendo, portanto, às rigorosas exigências dos regulamentos de controle de emissões.

**As válvulas de alívio de pressão e vácuo PROTEGO® com obturador de curso pleno** garantem a vazão dentro de uma sobrepressão de 10% entre a pressão de ajuste e a válvula totalmente aberta (curso pleno).

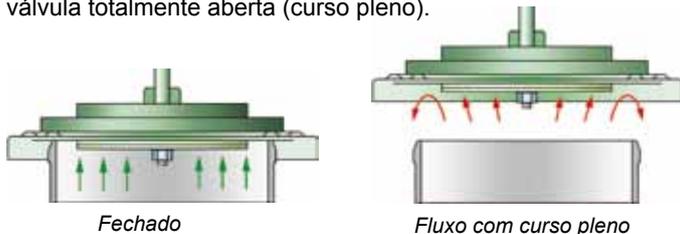



*Figura 5a:*
*Fluxo com obturador de curso pleno e selo com colchão de ar*

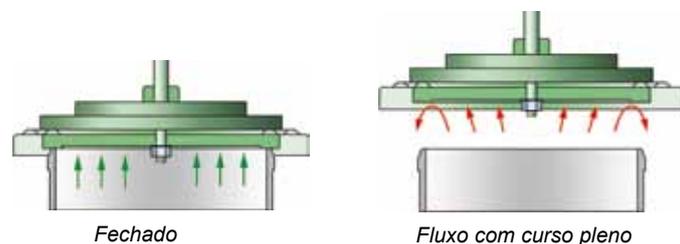



*Figura 5b:*
*Fluxo com obturador de curso pleno e vedação metálica*

Isto se consegue, harmonizando precisamente o diâmetro e a altura do defletor do obturador com a sede usinada e lapidada da válvula. Adicionalmente, a construção favorável ao fluxo no lado da saída reforça todo o efeito. Estes obturadores são usados em válvulas de final de linha e para tubulação.

As **válvulas de alívio de pressão e vácuo PROTEGO® com obturadores convencionais** garantem a vazão dentro de um aumento de pressão de 40% com uma resposta proporcional.

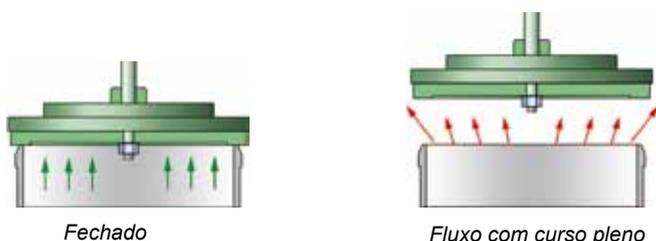



*Figura 6:*
*Fluxo com obturador convencional (plano com vedação metálica)*

Após a abertura inicial, o aumento da pressão é proporcional à vazão descarregada até atingir o curso total. Quando a contrapressão na tubulação conectada é alta ou a válvula é instalada em combinação com uma válvula de controle de pressão, este método proporciona maior estabilidade ao sistema como um todo. No entanto, a vazão não é tão boa quanto a de válvulas com obturadores de curso pleno. Estes obturadores (figura 6) são principalmente usados nas válvulas para tubulação quando assim exigido pelas condições de operação.

Dependendo da construção da válvula e do obturador, da pressão e do vácuo (pressão manométrica negativa) de projeto, as vazões nominais são alcançadas com sobrepressões diferentes (figura 7).

Salvo acordo em contrário, o padrão das válvulas PROTEGO® é a tecnologia de 10%.

Vantagens da **tecnologia de 10% PROTEGO®**:

- Preservação da pressão muito próxima à pressão máxima admissível do tanque
- Minimização das perdas de produto
- Redução das emissões de vapores

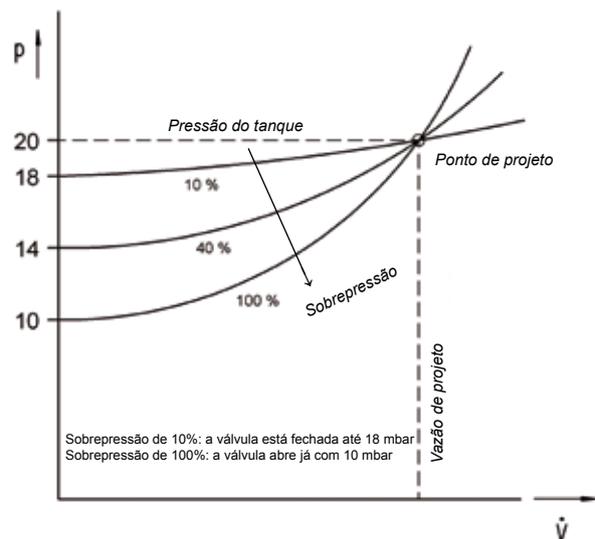



*Figura 7: Características de abertura em válvulas com diferentes níveis de sobrepressão*

A **válvula de diafragma** PROTEGO® (figura 8) tem uma carga líquida acima do diafragma.

A coluna estática do líquido indica a pressão de ajuste. O diafragma flexível com lastro líquido se ajusta firmemente à sede metálica da válvula, a fim de proporcionar uma excelente vedação. Se a pressão de ajuste é excedida, o diafragma é levantado, liberando a seção transversal para escoar o fluxo. Devido ao seu diafragma flexível, estas válvulas são usadas em baixas temperaturas climáticas e - com diafragmas em FEP - para meios pegajosos e polimerizantes. As válvulas de diafragma PROTEGO® são as únicas no mundo à prova de congelamento até temperaturas de -40ºC (-40ºF).

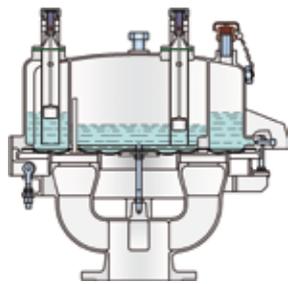



*Figura 8:*
*Válvula de diafragma PROTEGO® UB/SF-0*

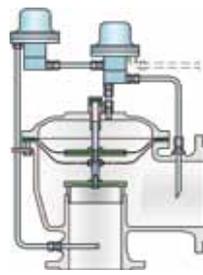



*Figura 9:*
*Válvula de alívio de pressão piloto-operada PROTEGO® PM/DS*

A **válvula piloto-operada** PROTEGO® (figura 9), atuada pelo fluido do processo, descarrega o fluxo sem necessidade de sobrepressão adicional. Até a pressão de ajuste ser atingida e até o piloto reagir, a válvula permanece fechada. Ao atingir a pressão de ajuste, a válvula abre imediatamente a curso pleno, sem necessidade de sobrepressão, liberando a seção transversal da válvula (pressão de ajuste = pressão de abertura). Antes de atingir a pressão de ajuste, a vedação aumenta conforme aumenta a pressão. Uma vez que o fluxo é escoado e a pressão cai abaixo da pressão de abertura, a válvula fecha novamente. As válvulas piloto-operadas PROTEGO® são geralmente usadas como válvulas de segurança e alívio em tanques de armazenamento de baixa temperatura ou onde a válvula deve ser estanque até a pressão de ajuste.

Os requisitos operacionais em relação à capacidade de aspiração e expiração determinam, se válvulas de pressão e válvulas de vácuo separadas, ou válvulas de alívio de pressão e vácuo combinadas serão usadas.

## Válvulas de alívio de pressão e vácuo para manutenção da pressão (preservação de vapores)

A manutenção da pressão dependente do processo em sistemas é assegurada por válvulas que levam em consideração parâmetros relacionados a vasos de pressão. Válvulas de segurança convencionais são usadas para pressões acima de 0,5 barg (7,25 psig), de acordo com EN-ISO 4126 e a Diretriz de Equipamentos de Pressão PED 97/23/EC, API 526 e ASME VIII, Div. 1, ou outras normas internacionais. Para pressões inferiores a 0,5 barg (7,25 psig), a pressão pode ser mantida usando válvulas de segurança não sujeitas a regulamentos da Diretriz de Equipamentos de Pressão (PED). Elas devem, porém, atender a outros critérios: proporcionar uma boa vedação, ser à prova de congelamento, sem falhas e de fácil manutenção. As válvulas para preservação de pressão e vácuo PROTEGO® atendem a estes requisitos enquanto são altamente eficientes, operam de forma estável e oferecem um funcionamento seguro até sob pressões muito baixas, devido à tecnologia de 10%. Além disso, as emissões de produtos são reduzidas.

Regulamentos técnicos nacionais e internacionais para preservar o ar limpo servem de base para o cálculo da economia (tais como VDI 3479: Redução de emissões no armazenamento de óleo mineral para distribuição, Diretrizes VOC 1999/13/EC e 94/63/EC ou API MPMS, capítulo 19.1: “Manual de Normas de Medição de Petróleo API, capítulo 19, Medição de Perdas por Evaporação, seção 1 – Perdas por Evaporação em Tanques com Teto fixo, 3ª edição”). O projeto do tanque, a pintura, o isolamento e a manutenção da pressão através de válvulas influenciam – entre outros – a redução das emissões.

O efeito, que a manutenção da pressão tem sobre a redução da perda do produto (vapores), melhora à medida, que a pressão de ajuste da válvula se aproxima da pressão máxima admissível no tanque. O fluxo deve ser escoado de forma confiável, sem ruptura do tanque. Uma comparação das perdas de produto com sobrepressões diferentes revela claramente as vantagens da tecnologia de 10% em relação a sobrepressão de 40% e, especialmente, em contraste com a sobrepressão de 100%: A construção especialmente desenvolvida oferece economias mensuráveis, ao reduzir a acumulação necessária para o desempenho exigido (fig. 10).

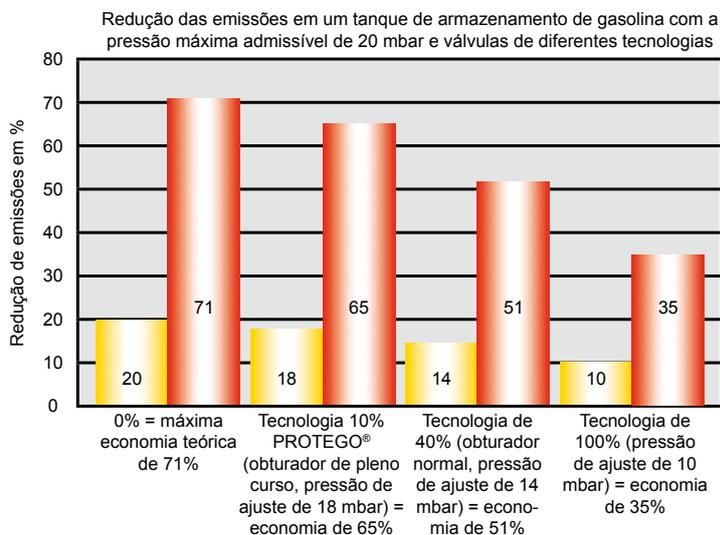



*Figura 10:*
*Produto armazenado gasolina: Comparação da economia do produto com diferentes níveis de sobrepressão em relação ao tanque de armazenamento de livre respiro: exemplo de perda de produto a 20 mbar de pressão admissível no tanque, economia em %, com diferentes sobrepressões*
*0% = até 20 mbar (8 pol $H_2O$), a válvula está fechada (teoricamente): mais de 70% de economia*
*10% = a válvula abre apenas a uma pressão de ajuste de 18 mbar (7,2 pol $H_2O$): 65% de economia*
*40% = a válvula abre a uma pressão de ajuste de 14 mbar (5,6 pol $H_2O$): 51% de economia.*
*100% = a uma pressão de ajuste de 10 mbar (4 pol $H_2O$) a válvula já abre: apenas 35% de economia*

**Válvulas de alívio de pressão e vácuo para alívio de pressão e respiro de tanques**

Tanques de armazenamento e vasos ao ar livre estão expostos a condições climáticas, tais como aquecimento e arrefecimento (o tanque deve ser capaz de respirar). Estas influências devem ser consideradas adicionalmente às vazões de enchimento e esvaziamento e do suprimento de gás inerte. Elas podem ser calculadas com boa aproximação (ver requisitos de alivio de pressão e vácuo para tanques de armazenamento de superfície – dimensionamento e fórmulas de cálculo, página 20). A pressão de abertura da válvula não deve exceder a pressão máxima admissível do tanque, também chamada de pressão de projeto do tanque. A construção e o projeto da válvula determinam, como esta pressão de abertura é atingida. Válvulas de segurança de construção convencional, projetadas para vasos com uma sobrepressão de 0,5 bar (7,25 psi), requerem uma sobrepressão de 10% acima da pressão de ajuste para atingir a pressão de abertura. Abaixo de uma pressão de 1 bar (14,5 psi), a máxima sobrepressão pode chegar a 100 mbar (4 pol $H_2O$), o que é claramente acima do nível de 10%. Em contraste, as válvulas PROTEGO® com tecnologia apropriada atendem às exigências para as válvulas de segurança convencionais com a sobrepressão de 10%, mesmo com pressões de ajuste abaixo de 0,003 bar (1,2 pol $H_2O$). Em condições normais de funcionamento, deve ser impossível bloquear o sistema de alívio do tanque. O dimensionamento do sistema de alívio de pressão e vácuo deve ser tal, que a pressão de projeto, ou seja, a pressão e o vácuo (pressão negativa) do tanque, não poderá ser excedida em quaisquer condições de operação. A **válvula de alívio de pressão e vácuo** deve garantir a vazão máxima decorrente da capacidade da bomba, de influências térmicas e de outras fontes. Esta válvula é freqüentemente chamada de válvula de respiro.

Quando vazões de expiração extremamente elevadas são necessárias, devido a um incêndio na superfície externa do tanque ou a falhas nos equipamentos especiais do tanque (tais como sistemas de gás de inertização), **válvulas de respiro de emergência** adicionais devem ser usadas, especialmente quando o teto do tanque não tiver uma solda de ruptura predeterminada (figura 11).

Quando o sistema de inertização falhar, grandes quantidades de gás podem fluir para dentro do tanque. O excesso de gás deve ser expelido do tanque através do sistema de alívio de pressão, sem exceder a pressão de projeto do tanque.

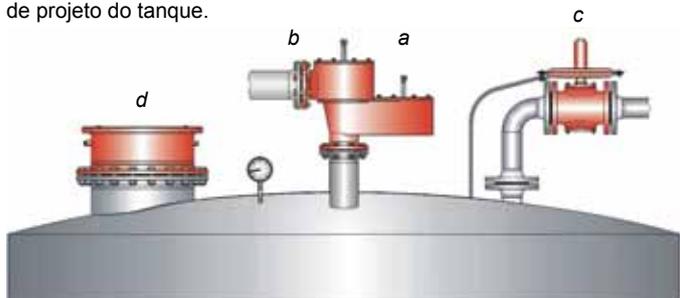



*Figura 11: Alívio de pressão e vácuo de um tanque de armazenamento através da válvula de alívio de pressão e vácuo PROTEGO® VD/SV-PA (a), alívio canalizado para o tubo coletor de escape durante a operação (b), aspiração durante a operação através da válvula de controle de nitrogênio (c) PROTEGO® ZM-R, alívio em caso de incêndio através da válvula de respiro de emergência PROTEGO® ER/V (d)*

As válvulas PROTEGO® exercem as funções de manutenção e de alívio de pressão como **válvulas de alívio de pressão, válvulas de alívio de vácuo ou válvulas combinadas de alívio de pressão e vácuo**. Na norma EN 14015, estas válvulas são também denominadas válvulas de compensação de pressão, válvulas de compensação de vácuo ou válvulas combinadas de compensação de pressão e vácuo.

**Local de instalação**

Geralmente, as válvulas de final de linha PROTEGO® são usadas em tanques de armazenamento, vasos ou em tubos de alívio. Em tubulações, as válvulas PROTEGO® para tubulação são usadas como válvulas de excesso de vazão, na prevenção de refluxo e, ocasionalmente, como válvulas de controle (proporcionais). As grandes vantagens destas válvulas são seu projeto simples e suas grandes seções transversais de abertura. Elas operam sem falhas.

Se os produtos que fluem são explosivos, as válvulas para tubulação devem ter corta-chamas à prova de detonação a montante para proteger o sistema contra combustões aceleradas. Nesta aplicação perigosa, válvulas de final de linha devem ser equipadas com um corta-chamas de final de linha, para proteger o sistema contra deflagrações atmosféricas (ver também capítulo 7).

**Dimensionamento de válvulas**

Ao dimensionar válvulas de alívio de pressão e vácuo, a máxima vazão volumétrica possível, as máximas pressões admissíveis e os dados operacionais (parâmetros de processo) devem ser considerados.

**Definições:**

**Pressão de ajuste** = a válvula inicia a abertura = pressão de ajuste de bancada da válvula com 0 bar de contrapressão

**Pressão de abertura** = pressão de ajuste mais sobrepressão

**Pressão de fechamento = pressão de reassentamento** = a válvula fecha e veda

**Sobrepressão** = aumento da pressão acima da pressão de ajuste

**Acumulação (ISO)** = aumento da pressão no vaso acima da pressão máxima de trabalho admissível, durante a descarga através da válvula de alívio de pressão

**Acumulação (EN)** = diferencial entre a pressão de ajuste da válvula e a pressão do tanque em que a vazão exigida é alcançada, ou entre o vácuo de ajuste da válvula e a pressão negativa interna do tanque em que a vazão exigida é atingida (não utilizado neste catálogo)

**Perda de pressão** = diminuição da pressão através da válvula com uma dada vazão

**Curva da perda de pressão (diagrama de vazão)** = curva de desempenho no diagrama de vazão = características das válvulas como a pressão em mbar (pol $H_2O$) representada graficamente contra a vazão em $m^3/h$ (pés³/h)

**Contrapressão** = pressão no sistema que atua contra o fluxo saindo da válvula, e que precisa ser considerada como pressão adicional sobre o obturador da válvula

A máxima pressão de projeto admissível do equipamento, tanque de armazenamento ou reservatório, não deve ser excedida. A máxima vazão possível deve ser escoada através da válvula de forma confiável, para que a máxima pressão admissível de projeto do equipamento não seja excedida. Fatores de segurança devem ser levados em conta.

Estágios de operação de válvulas de alívio de pressão e vácuo: a válvula é dimensionada de forma ideal, quando o ponto de operação situa-se na curva de desempenho, isto é, quando a vazão máxima é escoada com a válvula completamente aberta, sem necessidade de sobrepressão adicional (com a válvula completamente aberta) (faixa de operação de plena carga A, figura 12).

Quando a vazão de projeto não é atingida durante o escoamento, a válvula não abre completamente. O obturador da válvula sobe apenas brevemente, descarrega o volume, e em seguida volta a fechar quando a pressão cair abaixo da pressão de ajuste. A pressão de fechamento depende da construção do obturador e da geometria da válvula. Existem faixas de operação de carga parcial em que o curso pleno não é atingido (válvulas superdimensionadas, ponto C no diagrama) e faixas de sobrecarga em que uma sobrepressão adicional é necessária após atingir o pleno curso, para escoar a vazão (válvulas subdimensionadas, ponto B no diagrama). Dentro da faixa de sobrecarga, a válvula trabalha de maneira estável; na faixa de carga parcial, o obturador da válvula pode "bater" em função da instabilidade. Um dimensionamento adequado, que leva em conta possíveis condições operacionais, é, portanto, essencial.

*Figura 12: Pontos de projeto e de operação no diagrama*

**Exemplo (figura 12):**

| | |
|---|---|
| Pressão de abertura da válvula | $P_A$ = 20 mbar |
| Pressão de ajuste da válvula | $P_{set}$ = 18 mbar (20 mbar - 10%) |
| A vazão de projeto | $\dot{V}_{projeto}$ = 3.500 m³/h |
| B sobrecarga | $\dot{V} > \dot{V}_{projeto}$ |
| C carga parcial | $\dot{V} < \dot{V}_{projeto}$ |

**Para dimensionar dispositivos individuais combinados, que não foram testados em conjunto com relação à vazão (por exemplo: DR/ES com DV/ZT), um processo especial de dimensionamento deve ser considerado. Favor entrar em contato com nossos engenheiros de venda para uma orientação específica.**

## Seleção

As válvulas são selecionadas segundo os critérios de seleção acima, dependendo do **local de instalação** e da sua **função** prevista como válvulas de alívio de pressão, válvulas de alívio de vácuo ou válvulas combinadas de alívio de pressão e vácuo.

| Local de instalação | Válvulas de final de linha | | | | Válvulas para tubulação | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Função | Válvulas de alívio de pressão | Válvulas de alívio de vácuo | Válvulas de alívio de pressão e vácuo | Válvulas de alívio de pressão e vácuo, piloto-operadas | Válvulas de alívio de pressão ou vácuo | Válvulas de alívio de pressão e vácuo | Válvulas de inertização |
| Exemplos de aplicação | → Tanque de armazenamento, página 27 | | | | → Tubo coletor de escape, página 27 | | |
| Produto | → Capítulo 5 | → Capítulo 5 | → Capítulo 5 | → Capítulo 5 | → Capítulo 6 | → Capítulo 6 | → Capítulo 6 |

PROTEGO® dispõe da válvula apropriada para cada aplicação

Para o alívio de pressão e vácuo de tanques de armazenamento e reservatórios

→ Válvulas de alívio de pressão e vácuo de final de linha PROTEGO® (capítulo 5)

Como válvulas de excesso de vazão ou de prevenção de refluxo

→ Válvulas de alívio de pressão e vácuo para tubulação PROTEGO® (capítulo 6)

Para alívio de pressão e vácuo de tanques estocando produtos a baixas temperaturas e produtos críticos

→ Válvulas de diafragma de alívio de pressão/vácuo, de final de linha PROTEGO® (capítulo 5)

## Desenvolvimento

Ao armazenar produtos inflamáveis ou processar produtos químicos, que possam gerar misturas explosivas, a abertura do tanque de armazenamento ou do reservatório deve ser protegida adicionalmente com corta-chamas. A tarefa era desenvolver um dispositivo que combinasse as propriedades de um corta-chamas e de uma válvula em um único arranjo.

As válvulas PROTEGO® com corta-chamas integrado têm a vantagem singular, que os conjuntos abafadores de chamas são externos e, portanto, facilmente acessíveis (figuras 1 e 2).

*Figura 1: Válvula de alívio de pressão e vácuo à prova de deflagração PROTEGO® VD/TS*

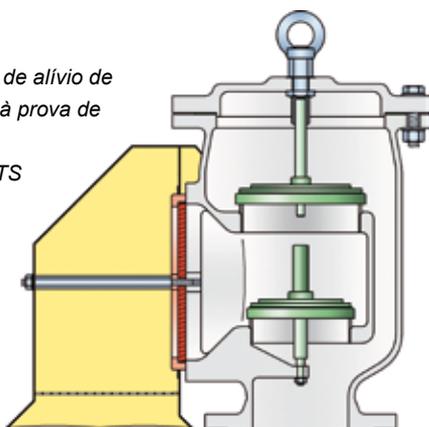
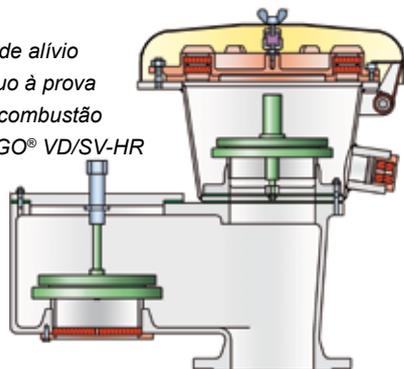



*Figura 2: Válvula de alívio de pressão e vácuo à prova de deflagração e combustão contínua PROTEGO® VD/SV-HR*

As condições de operação devem ser cuidadosamente avaliadas. Dependendo dos possíveis processos de combustão, deve ser providenciada uma proteção contra deflagração atmosférica e/ou combustão de curta duração e/ou combustão contínua.

## Tecnologia das válvulas

A tecnologia e o funcionamento das válvulas de pressão e vácuo com conjunto abafador de chamas integrado são iguais àquelas das válvulas sem conjunto abafador de chamas. Deve ser lembrado, que o conjunto abafador de chamas na saída gera uma certa contrapressão, que não tem impacto sobre a pressão de ajuste, influenciando, porém, o comportamento da sobrepressão. Este fato está sendo considerado nos diagramas de vazão.

## Válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas

As válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas integrado têm as mesmas atribuições e funções das válvulas sem corta-chamas. Elas servem para **manter a pressão (preservação de vapores)**, respectivamente para **aliviar a pressão**, e possibilitam o **respiro de tanques**. Para uma descrição detalhada, consulte a página 11.

## Corta-chamas

As válvulas têm um **conjunto abafador de chamas integrado**. O grupo de explosão dos produtos químicos a serem protegidos, deve ser levado em conta ao selecionar o tipo de proteção da válvula contra a propagação de chamas. Os produtos químicos são classificados em grupos de explosão IIA, IIB3 e IIC (Grupo NEC D, C e B), de acordo com o MESG (máximo espaçamento experimental seguro) das misturas. As válvulas com corta-chamas integrado são classificadas da mesma forma. A válvula é testada e aprovada para o grupo de explosão.

A **válvula de diafragma** PROTEGO® (figura 3) tem um lastro líquido acima do diafragma. A coluna estática de líquido é proporcional à pressão de ajuste. O diafragma flexível, com lastro líquido, se ajusta firmemente à sede metálica da válvula, proporcionando uma excelente vedação. Se a pressão de ajuste for excedida, o diafragma é levantado, liberando a seção transversal para escoar a vazão. Devido ao seu diafragma flexível, estas válvulas são usadas em baixas temperaturas climáticas e, com diafragmas em FEP, para meios pegajosos e polimerizantes.

A **válvula de diafragma** PROTEGO® (figura 3a) dispõe de uma proteção dinâmica contra a propagação de chamas em caso de combustão contínua e de um conjunto abafador de chamas estático integrado, protegendo contra propagação de chamas em caso de deflagrações atmosféricas.

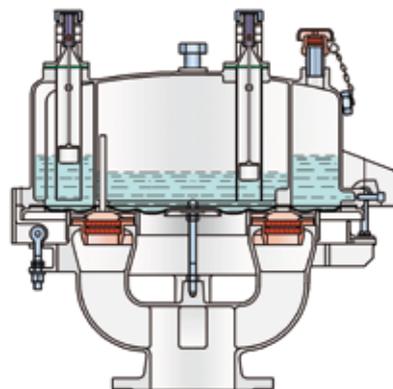



*Figura 3: Válvula de diafragma PROTEGO® UB/SF, à prova de deflagração e combustão contínua*

*Figura 3a: Teste de combustão contínua da válvula de diafragma PROTEGO® UB/SF*

A **válvula de alta velocidade** (figura 4) dispõe de proteção especial contra a propagação de chamas, com escoamento dinâmico entre o obturador e a sede da válvula, a partir da pressão de ajuste de +60 mbar (24 pol $H_2O$). A válvula de alta velocidade é à prova de combustão contínua.

*Figura 4: Válvula de alta velocidade à prova de combustão contínua PROTEGO® DE/S conectada a uma válvula de alívio de vácuo à prova de deflagração PROTEGO® SV/E-S*

### Local de instalação

Válvulas com corta-chamas são sempre válvulas de final de linha, já que o calor deve ser liberado para o meio ambiente sem acumulação, para impedir a propagação de chamas. Do contrário, uma acumulação de calor causaria o aquecimento inadmissível do elemento corta-chamas, que finalmente resultaria em um retrocesso de chamas. Estas válvulas são usadas principalmente em tanques de armazenamento e recipientes em que líquidos inflamáveis são estocados ou processados, e nas aberturas de alívio em recipientes de processo, onde a ocorrência de misturas explosivas não pode ser excluída.

### Dimensionamento e estágios operacionais das válvulas

O dimensionamento e os estágios operacionais das válvulas de alívio de pressão e vácuo são descritos nas páginas 14 e 15.

### Seleção

Uma vez que as válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas PROTEGO® são sempre válvulas de final de linha, elas são selecionadas, levando em consideração a função prevista como válvula de pressão, válvula de vácuo ou válvula combinada de alívio de pressão e vácuo.

Após terem sido determinados o grupo de explosão de produtos e o provável processo de combustão, a válvula poderá ser selecionada com relação a sua proteção contra a propagação de chamas. Ao selecionar válvulas PROTEGO® com corta-chamas, deve ser decidido, se a proteção contra a propagação de chamas a ser providenciada, deve ser contra deflagrações atmosféricas ou combustão contínua. Corta-chamas à prova de combustão contínua incluem a proteção contra deflagrações atmosféricas. Válvulas de alívio de vácuo à prova de propagação de chamas não protegem contra a combustão contínua, porém, são sempre à prova de deflagração.

| **Local de instalação** | **Válvulas de final de linha** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Função | Válvula de alívio de pressão com corta-chamas | Válvula de alívio de vácuo com corta-chamas | Válvula de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas | Válvula de alívio de pressão/vácuo de diafragma com corta-chamas | Válvula de alta velocidade |
| Exemplos de aplicação | → Tanques de armazenamento, respiro / alívio de pressão de emergência, página 27 | | | | → Tanques de armazenamento, petroleiros, pág. 30 |
| Produto | → Capítulo 7 | → Capítulo 7 | → Capítulo 7 | → Capítulo 7 | → Capítulo 7 |

PROTEGO® dispõe da válvula apropriada para cada aplicação.

Para o alívio de pressão e vácuo à prova de propagação de chamas em tanques de armazenamento e recipientes
→ Válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas, de final de linha (capítulo 7) PROTEGO® (capítulo 7)

Para aplicações à prova de congelamento, para produtos críticos e para o alívio de pressão e vácuo à prova de propagação de chamas em tanques e recipientes
→ Válvulas de alívio de pressão/vácuo de diafragma PROTEGO® (capítulo 7)

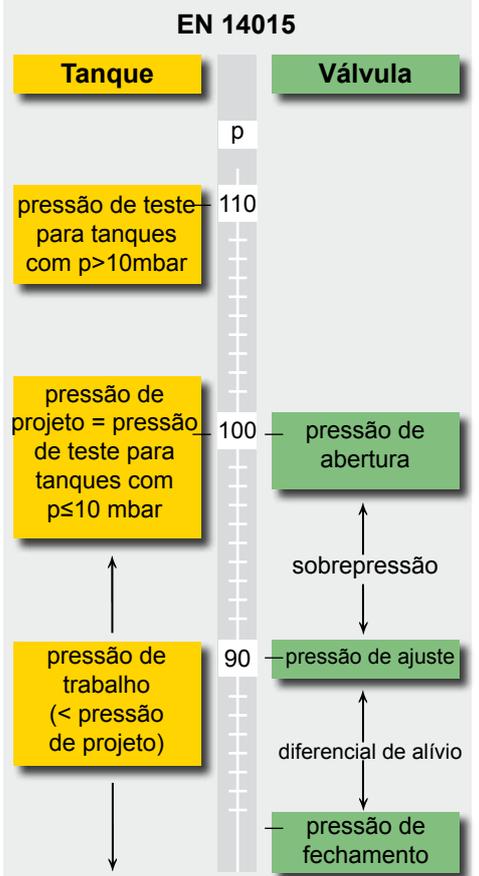
Para o alívio de pressão e vácuo à prova de propagação de chamas em navios-tanque
→ Válvulas de alta velocidade PROTEGO® (capítulo 7)

## Requisitos de alívio de pressão e vácuo para tanques de armazenamento de superfície - Dimensionamento e fórmulas de cálculo

### Termos e definições de pressão

Tanques de armazenamento para líquidos inflamáveis e não inflamáveis são projetados e fabricados em conformidade com diferentes normas: EN 14015, API 620 ou API 650 são as normas mais difundidas mundialmente. Dependendo da norma, diferentes pressões máximas são admissíveis no tanque, para escoar a vazão mássica necessária.

A **figura 1** mostra os termos mais comuns para tanques e válvulas em conformidade com EN 14015, API 620, API 650 e API 2000. Esta comparação esclarece o dimensionamento de válvulas de alívio de final de linha com a tecnologia de 10% de sobrepressão, com uma pressão de ajuste apenas 10% abaixo da pressão de abertura. De acordo com **EN 14015** e **API 650 (figuras 1A** e **1B)**, a pressão de projeto do tanque, ou **MAWP** = **M**aximum **A**llowable **W**orking **P**ressure (pressão máxima de trabalho admissível), não deve ser excedida nem mesmo em casos de incêndio ou de funcionamento falho do sistema. Segundo **API 620 (figura 1C)**, a válvula deve escoar a vazão mássica regular necessária, oriunda de influências térmicas e de bombeamento, no máximo 10% acima da pressão de projeto (em geral a MAWP). Em casos de incêndio ou emergência, um aumento de pressão de 20% é admissível: após ul-

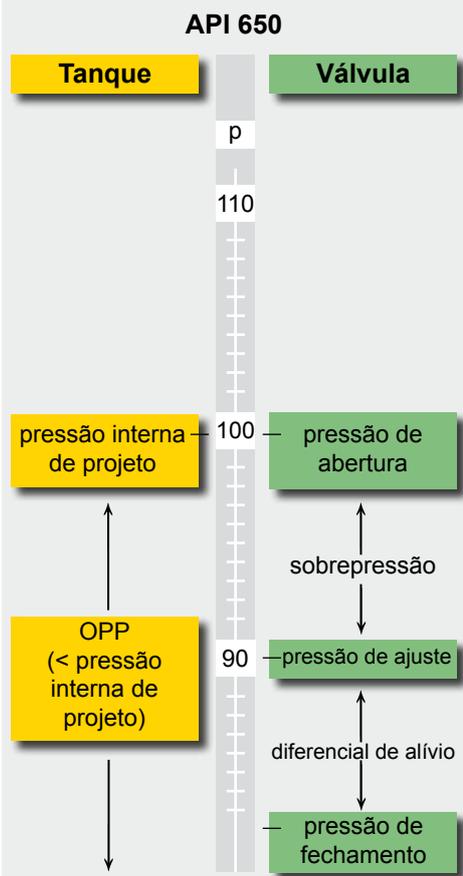
*Figura 1: Comparação dos termos de pressão para tanques de armazenamento e válvulas de respiro, projetados e fabricados em conformidade com diferentes normas (p.ex. API 620 ou API 650 ou EN 14015) e equipados com dispositivos de alívio de pressão (ilustração simplificada e baseada na tecnologia de sobrepressão de 10% da válvula). As diferentes definições do termo acumulação são dadas na página 14.*

**Pressão de projeto** = pressão calculada = máxima pressão de trabalho admissível (MAWP) não deve ser excedida em quaisquer condições de operação. Em casos de incêndio e emergência, uma solda de ruptura pré-determinada entre o teto e o costado, ou válvulas de alívio de emergência devem ser previstas

**Pressão de abertura** ≤ pressão de projeto

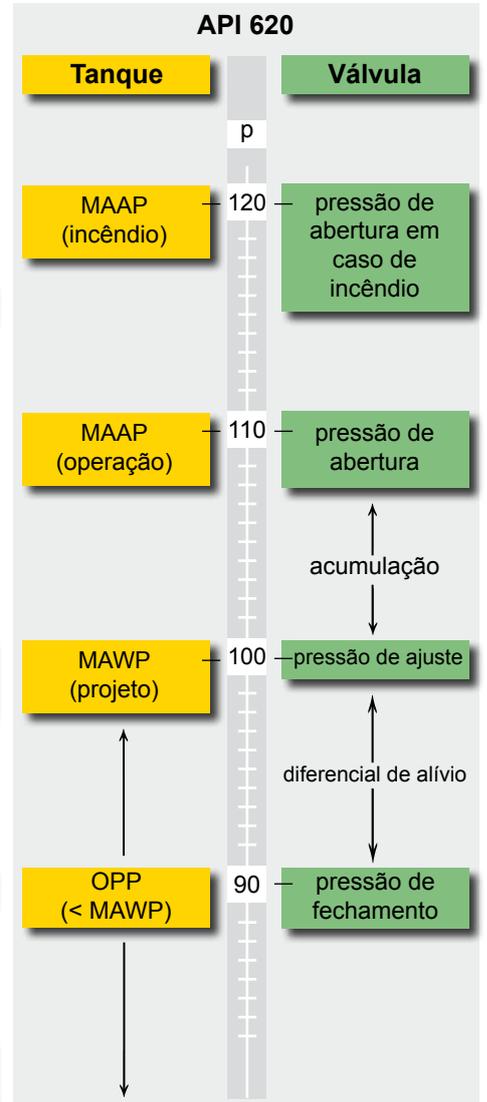
A pressão de ajuste = 0,9 vezes a pressão de abertura para a tecnologia de 10% de sobrepressão.

*Figure 1A*

**Pressão interna de projeto** = máxima pressão de alívio em condições operacionais, casos de incêndio ou emergências (pressão máxima de alívio para a válvula de pressão e aválvula de emergência).

OPP = Operating Pressure = Pressão de trabalho

**Pressão de abertura** ≤ pressão interna de projeto

A pressão de ajuste = 0,9 vezes a pressão de abertura para a tecnologia de 10% de sobrepressão.

*Figure 1B*

**MAAP** = máxima pressão acumulada admissível = pressão máxima de alívio em condições operacinais (máxima pressão de alívio da válvula). Pressão de alívio em casos de incêndio ou alívio de emergência com 20% de sobrepressão

**Máxima pressão de ajuste admissível** = MAWP para a tecnologia de 10% de sobrepressão. MAWP = máxima pressão de trabalho admissível.

*Figure 1C*

trapassar a MAWP em no máximo 20%, a vazão mássica necessária de emergência deve ser escoada.

A **figura 2** mostra o procedimento para definir a pressão de ajuste de válvulas com diferentes características de sobrepressão, considerando a específica pressão de projeto do tanque. Estes exemplos referem-se apenas a válvulas de alívio de final de linha, sem contrapressão originada, p.ex. por uma tubulação de respiro conectada. Se o tanque for projetado em conformidade com EN 14015 ou API 650, a pressão de alivio não deve exceder a pressão de projeto (=MAWP) no tanque (figura 2A). A pressão de ajuste é o resultado da pressão de abertura menos a sobrepressão da válvula, que é uma característica específica da válvula. Se o tanque for fabricado em conformidade com API 620, a pressão de abertura poderá exceder a pressão de projeto do tanque em 10% para o respiro regular, e em 20% em caso de incêndio (figura 2B). A pressão de ajuste é novamente o resultado da pressão de abertura menos a sobrepressão característica da válvula.

*Figura 2:*
*Seleção da pressão de ajuste da válvula de alívio de pressão ou vácuo, considerando-se a pressão de projeto do tanque e a sobrepressão característica da válvula (por exemplo: 10%, 40% ou 100%). API 620 utiliza a margem de sobrepressão de 20% para emergências de incêndio.*

**EN 14015 / API 650**

Tanque
Válvula
*Válvula de alívio de pressão /*
*Válvula de alívio de vácuo*
% 10% 40% 100%
pressão de projeto
100 pressão de abertura
tecnologia de 10% PROTEGO®
sobrepressão máxima admissível em conformidade com DIN/TRbF
sobrepressão (válvulas convencionais)
90 pressão de ajuste para uma sobrepressão de 10%
80 pressão de fechamento
70 pressão de ajuste para uma sobrepressão de 40%
60 pressão de fechamento
pressão de ajuste para uma sobrepressão de 100%
50
40 pressão de fechamento

*Figura 2A: Projeto em conformidade com EN 14015 ou API 650*

*Figura 2B: Projeto em conformidade com API 620*

## Requisitos de alívio de pressão e vácuo para tanques de armazenamento de superfície - Dimensionamento e fórmulas de cálculo

### Cálculo da capacidade de expiração e aspiração em conformidade com ISO 28300:

A máxima capacidade de expiração e aspiração necessária (alívio de pressão e alívio de vácuo) é a soma da capacidade da bomba e das influências térmicas:

$$\dot{V}_{out} = \dot{V}_{thermal\ out} + \dot{V}_{pump\ in}$$

$$\dot{V}_{in} = \dot{V}_{thermal\ in} + \dot{V}_{pump\ out}$$

O cálculo da capacidade máxima necessária por influências térmicas, baseia-se na norma ISO 28300 com relação a tanques de armazenamento de superfície, com ou sem isolamento.

Capacidade térmica para aquecimento $\dot{V}_{thermal\ out}$ em m³/h

$$\dot{V}_{thermal\ out} = 0{,}25 \cdot V_{Tank}^{0.9} \cdot R_i$$

Capacidade térmica para arrefecimento $\dot{V}_{thermal\ in}$ in m³/h

$$\dot{V}_{thermal\ in} = C \cdot V_{Tank}^{0.7} \cdot R_i$$

- $V_{Tank}$ é o volume do tanque em m³

  $V_{Tank} = 0{,}7854 \cdot D^2 \cdot H$
- $R_i$ é o fator redutor para o isolamento (ver ISO 28300)
- $\dot{V}_{pump\ in}$ é a vazão de enchimento para calcular a capacidade de expiração a partir da máxima capacidade da bomba em m³/h, para produtos armazenados abaixo de 40 ºC e com uma pressão de vapor $p_{vp}$ < 50 mbar. Para produtos armazenados a temperaturas acima de 40 ºC ou com uma pressão do vapor $p_{vp}$ > 50 mbar, a vazão de expiração deve ser aumentada pela taxa de evaporação.
- $\dot{V}_{pump\ out}$ é a vazão de esvaziamento da bomba em m³/h para calcular a capacidade de aspiração.
- C=3 para produtos com pressões de vapor iguais a de hexano e temperaturas de armazenamento < 25ºC.
- para produtos com pressões de vapor superiores a de hexano e/ou temperaturas de armazenamento superiores a 25ºC (se a pressão de vapor for desconhecida, então C=5)

As fórmulas de cálculo mencionadas são válidas para latitudes de 58º a 42º; para outras latitudes consulte a norma ISO 28300.

Influências específicas a serem levadas em consideração são, p.ex:

- Falha da válvula de nitrogênio para inertização - instalação de uma válvula de respiro de emergência adicional, para escoar a vazão não prevista na operação.
- Enchendo o tanque quente e vazio com o produto líquido frio - levando em conta a vazão adicional em função do resfriamento brusco ao calcular a capacidade de vácuo necessária.
- Excedendo a capacidade máxima dada de esvaziamento da bomba - levando em conta um fator de segurança ao calcular a capacidade de aspiração necessária

### Cálculo da capacidade de expiração e aspiração em conformidade com TRbF 20:

Para calcular a capacidade de expiração e aspiração (alívio de pressão e alívio de vácuo) de tanques de armazenamento (p.ex. tanques em conformidade com a norma DIN 4119 - tanques de armazenamento de superfície ou em conformidade com a norma DIN 6608 - tanques horizontais abaixo do solo ou aterrados), as fórmulas de cálculo em conformidade com TRbF 20 devem ser aplicadas.

Cálculo da capacidade necessária em função de influências térmicas:

Aquecendo $\dot{V}_E = 0{,}17 \times \left(\frac{H}{D}\right)^{-0{,}52} \times V_{Tank}^{0{,}89}$

Esfriando $\dot{V}_A = 4{,}8 \times V_{Tank}^{0{,}71}$

H = altura do tanque em m; D = diâmetro em m

### Cálculo da capacidade de expiração e aspiração em conformidade com a norma API 2000, 5ª edição / ISO 28300, anexo A:

A capacidade de expiração e aspiração (alívio de pressão e alívio de vácuo) de tanques de armazenamento de petróleo pode ser calculada segundo ISO 28300, anexo A (aproximadamente equivalente a API 2000, 5ª edição), se condições básicas específicas forem atendidas (ver ISO 28300).

Se solicitado, e quando os tanques estão especificados e projetados de acordo com a norma **API 650**, a capacidade de alívio deve ser calculada de acordo com a norma **API 2000** para expiração e aspiração, bem como para casos emergenciais de incêndio.

Ao calcular as capacidades necessárias em conformidade com a norma API 2000, 5ª edição / ISO 28300, anexo A, os líquidos inflamáveis devem ser verificados em relação ao seu ponto de fulgor. Diferentes fórmulas devem ser aplicadas para líquidos com o ponto de fulgor < 100ºF (< 37,8ºC) e para líquidos com o ponto de fulgor ≥100ºF (≥ 37,8ºC). A máxima capacidade de respiro necessária é a capacidade total da bomba mais a capacidade de influências térmicas. Diferente do cálculo em conformidade com as normas EN 14015 e TRbF 20, o cálculo conforme API deve levar em consideração a capacidade de bombeamento com um fator para a vazão de aspiração, e os diferentes pontos de fulgor para a vazão de expiração.

Cálculo da capacidade de aspiração:

$$\dot{V}_{in} = \dot{V}_{pump\ out} \times 0{,}94 + \dot{V}_{thermal\ in}$$

A capacidade térmica $V_{\text{thermal in}}$ é avaliada na norma API 2000, 5ª edição, figuras **2A** (unidades inglesas) e **2B** (unidades métricas), dependendo do volume do tanque. A capacidade máxima da bomba $\dot{V}_{\text{pump out}}$ é avaliada em conformidade com as vazões operacionais de esvaziamento especificadas.

Cálculo da capacidade de expiração:

Para líquidos com ponto de fulgor <100ºF (<37,8ºC)

$$\dot{V}_{out} = \dot{V}_{pumping\ in} \times 2{,}02 + \dot{V}_{thermal\ out}$$

Para líquidos com ponto de fulgor ≥100ºF (≥37,8ºC)

$$\dot{V}_{out} = \dot{V}_{pumping\ in} \times 1{,}01 + \dot{V}_{thermal\ out}$$

A capacidade térmica $\dot{V}_{\text{thermal out}}$ é avaliada na norma API 2000, 5ª edição, figuras **2A** (unidades inglesas) e **2B** (unidades métricas), dependendo do volume do tanque e do ponto de fulgor. A máxima capacidade da bomba $\dot{V}_{\text{pump in}}$ é avaliada em conformidade com as vazões operacionais de enchimento especificadas.

Se não houver uma solda com ponto de ruptura predeterminado entre o teto e o costado, o alívio de pressão em casos emergenciais de incêndio deve ser feito através de uma válvula de respiro de emergência. A capacidade exigida $\dot{V}_{\text{Fire}}$ em casos emergenciais de incêndio é avaliada na norma API 2000, **figuras 3A** (unidades inglesas) e **3B** (unidades métricas), dependendo da área umedecida da superfície do tanque.

Fórmula simplificada para um cálculo aproximado:

$\dot{V}_{fire} = 208{,}2 \times F \times A^{0{,}82}$ para unidades métricas em Nm³/h

$\dot{V}_{fire} = 1107 \times F \times A^{0{,}82}$ para unidades inglesas em SCFH

O isolamento é considerado pelo fator F na norma API 2000, **figuras 4A** (unidades inglesas) e **4B** (unidades métricas).

**Requisitos da capacidade de alívio térmico (unidades inglesas)**

| Capacidade do tanque | | Aspiração térmica $_{in}$ | Expiração térmica $_{Out}$ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Ponto de fulgor ≥ 100°F | Ponto de fulgor < 100°F |
| **Barris** | **Galões** | **SCFH ar** | **SCFH ar** | **SCFH ar** |
| 100 | 4.200 | 100 | 60 | 100 |
| 500 | 21.000 | 500 | 300 | 500 |
| 1.000 | 42.000 | 1.000 | 600 | 1.000 |
| 2.000 | 84.000 | 2.000 | 1.200 | 2.000 |
| 4.000 | 168.000 | 4.000 | 2.400 | 4.000 |
| 5.000 | 210.000 | 5.000 | 3.000 | 5.000 |
| 10.000 | 420.000 | 10.000 | 6.000 | 10.000 |
| 20.000 | 840.000 | 20.000 | 12.000 | 20.000 |
| 30.000 | 1.260.000 | 28.000 | 17.000 | 28.000 |
| 40.000 | 1.680.000 | 34.000 | 21.000 | 34.000 |
| 50.000 | 2.100.000 | 40.000 | 24.000 | 40.000 |
| 100.000 | 4.200.000 | 60.000 | 36.000 | 60.000 |
| 140.000 | 5.880.000 | 75.000 | 45.000 | 75.000 |
| 160.000 | 6.720.000 | 82.000 | 50.000 | 82.000 |
| 180.000 | 7.560.000 | 90.000 | 54.000 | 90.000 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 2A*

**Requisitos da capacidade de alívio térmico (unidades métricas)**

| Capacidade do tanque | Aspiração térmica $_{in}$ | Expiração térmica $_{Out}$ | |
|---|---|---|---|
| | | Ponto de fulgor ≥ 37,8°C | Ponto de fulgor < 37,8°C |
| **m³** | **Nm³/h** | **Nm³/h** | **Nm³/h** |
| 10 | 1,69 | 1,01 | 1,69 |
| 20 | 3,37 | 2,02 | 3,37 |
| 100 | 16,90 | 10,10 | 16,90 |
| 200 | 33,70 | 20,20 | 33,70 |
| 300 | 50,60 | 30,30 | 50,60 |
| 500 | 84,30 | 50,60 | 84,30 |
| 1.000 | 169,00 | 101,00 | 169,00 |
| 2.000 | 337,00 | 202,00 | 337,00 |
| 3.000 | 506,00 | 303,00 | 506,00 |
| 4.000 | 647,00 | 388,00 | 647,00 |
| 5.000 | 787,00 | 472,00 | 787,00 |
| 10.000 | 1.210,00 | 726,00 | 1.210,00 |
| 20.000 | 1.877,00 | 1.126,00 | 1.877,00 |
| 25.000 | 2.179,00 | 1.307,00 | 2.179,00 |
| 30.000 | 2.495,00 | 1.497,00 | 2.495,00 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 2B*

**Requisitos de alívio de pressão e vácuo para tanques de armazenamento de superfície - Dimensionamento e fórmulas de cálculo**

### Respiro de emergência exigido para a exposição ao fogo versus área umedecida da superfície (unidades inglesas)

| Área umedecida A pés² | Requisitos de respiro $\dot{V}$ SCFH |
|---|---|
| 20 | 21.100 |
| 40 | 42.100 |
| 60 | 63.200 |
| 80 | 84.200 |
| 100 | 105.000 |
| 140 | 147.000 |
| 180 | 190.000 |
| 250 | 239.000 |
| 350 | 288.000 |
| 500 | 354.000 |
| 700 | 428.000 |
| 1400 | 587.000 |
| 2800 | 742.000 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 3A*

### Respiro de emergência exigido para a exposição ao fogo versus área umedecida da superfície (unidades métricas)

| Área umedecida A m² | Requisitos de respiro $\dot{V}$ Nm³/h |
|---|---|
| 2 | 608 |
| 4 | 1.217 |
| 6 | 1.825 |
| 8 | 2.434 |
| 15 | 4.563 |
| 25 | 6.684 |
| 30 | 7.411 |
| 35 | 8.086 |
| 45 | 9.322 |
| 60 | 10.971 |
| 80 | 12.911 |
| 150 | 16.532 |
| 260 | 19.910 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 3B*

### Fatores ambientais para tanques de superfície não refrigerados (unidades inglesas)

| Configuração do tanque | Espessura do isolamento pol. | Fator $F$ |
|---|---|---|
| Tanque de metal sem isolamento | 0 | 1.0 |
| Tanque isolado | 1 | 0.3 |
| Tanque isolado | 2 | 0.15 |
| Tanque isolado | 4 | 0.075 |
| Tanque isolado | 6 | 0.05 |
| Tanque subterrâneo | | 0 |
| Tanque aterrado | | 0.03 |
| Tanque com bacia de proteção | | 0.5 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 4A*

### Fatores ambientais para tanques de superfície não refrigerados (unidades métricas)

| Configuração do tanque | Espessura do isolamento cm | Fator $F$ |
|---|---|---|
| Tanque de metal sem isolamento | 0 | 1,0 |
| Tanque isolado | 2,5 | 0,3 |
| Tanque isolado | 5 | 0,15 |
| Tanque isolado | 10 | 0,075 |
| Tanque isolado | 15 | 0,05 |
| Tanque subterrâneo | | 0 |
| Tanque aterrado | | 0,03 |
| Tanque com bacia de proteção | | 0,5 |

Extrato de API 2000, 5ª edição

*Figura 4B*

## Conversão da vazão operacional em vazão equivalente para uso dos diagramas de vazão

Para utilizar os diagramas de vazão (diagrama de pressão versus vazão), é necessário converter a vazão operacional dada $\dot{V}_{B,Gás}$ em vazão equivalente do diagrama $\dot{V}_{dia}$, levando em consideração os dados operacionais e de produtos. Esta $\dot{V}_{dia}$ irá então gerar a mesma perda de pressão como a vazão operacional real.

1) Conversão da vazão operacional $\dot{V}_{B,Gás}$ em vazão padrão $\dot{V}_{N,Gás}$:

$$\dot{V}_{N,\,Gas} = \dot{V}_{B,\,Gas} * \frac{T_N * p_B}{T_B * p_N} = \dot{V}_{B,\,Gas} * \frac{p_B * 273{,}15\,K}{T_B * 1{,}013\ bar_{abs.}}$$

2) Conversão da vazão padrão $\dot{V}_{N,Gás}$ em vazão equivalente do diagrama $\dot{V}_{N,Dia}$:

$$\dot{V}_{Dia} = \dot{V}_{N,\,Gas} * \sqrt{\frac{\rho_{N,\,Gas} * p_N * T_B}{\rho_{Dia} * p_G * T_N}}$$

$$= \dot{V}_{N,\,Gas} * \sqrt{\frac{\rho_{N,\,Gas} * T_B * 1{,}013\ bar_{abs.}}{p_G * 1{,}2\,\frac{kg}{m^3} * 273{,}15\ K}}$$

3) Cálculo da densidade média $\rho_{N,Gás}$ de uma mistura de gás:

$$\rho_{N,\,Gas} = (v_1 * \rho_{N,\,Gas\,1} + v_2 * \rho_{N,\,Gas\,2} + \ldots + v_x * \rho_{N,\,Gas\,x})$$

**Termos**

$\dot{V}$ = Vazão m³/h (pés³/h)

p = Pressão bar abs (psi abs)

T = Temperatura K

$\rho$ = Densidade específica kg/m³ (libra/pé³)

$v$ = Fração de volume

**Índices**

N = Condição padrão (com 1,013 bar abs e 273,15 K)

B = Condição de operação
(pressão e temperatura em conformidade com o processo)

Gas = Produto real

Dia = Relativo ao diagrama, utilizando o diagrama para dimensionamento
($\rho_{Dia}$ = 1,2 kg/m³ densidade relacionada ao ar a 20ºC e 1,013 bar abs)

G = Relativo à saída do dispositivo ($p_G$ contrapressão)
em condições operacionais

## Requisitos de alívio de pressão e vácuo para tanques de armazenamento de superfície - Dimensionamento e fórmulas de cálculo

**Procedimento de segurança para proteger áreas com riscos de explosão em instalações de processamento, auditadas por terceiros**

**1º passo**

Avaliação do possível processo de combustão baseado em normas, p.ex. EN 1127-1 Métodos Gerais de Proteção contra Explosões, e EN 12874 Corta-chamas

- Deflagração na atmosfera, num pré-volume ou numa tubulação
- Detonação estável ou instável numa tubulação
- Combustão contínua em função do fluxo contínuo de vapores/gases numa tubulação ou na abertura de um tanque

**2º passo**

Classificação dos produtos, baseada na literatura e em normas internacionais EN 12874, VbF, TRbF 20, NFPA, British Standard para líquidos, gases, vapores e misturas de componentes múltiplos

- Líquidos: Subdivisão em inflamáveis, facilmente inflamáveis e altamente inflamáveis, em função do ponto de fulgor do líquido e da verificação da temperatura de ignição

A classificação segue o decreto para substâncias inflamáveis VbF (antiga) e o decreto para substâncias perigosas Gef. Stoff VO (atual):

| Não hidrossolúvel | | |
|---|---|---|
| antiga | atual | |
| (A I FP< 21 °C) | FP < 0 °C (32°F) | altamente inflamável |
| | FP < 21 °C (70°F) | facilmente inflamável |
| (A II FP 21–55 °C) | FP 21-55°C (70-131°F) | inflamável |
| (A III FP 55–100 °C) | - | |

| Hidrossolúvel | | |
|---|---|---|
| antiga | atual | |
| (B < FP 21 °C) | FP < 0 °C (32°F) | altamente inflamável |
| | FP < 21 °C (70°F) | facilmente inflamável |
| | FP 21–55 °C (70-131°F) | inflamável |

FP = ponto de fulgor

Produtos com um ponto de fulgor FP > 55ºC (> 131 ºF) tornam-se inflamáveis quando são aquecidos próximo ao ponto de fulgor (ΔT = 5 graus de margem de segurança como regra básica).

Vapores: Classificação das misturas de gás/vapor-ar em conformidade com o MESG dos produtos ou da mistura em grupos de explosão I, IIA, IIB 1, IIB 2, IIB 3, IIB e IIC (página 9) (grupos NEC D, C e B).

**3º passo**

Consideração dos parâmetros do processo operacional das misturas não queimadas no que diz respeito ao impacto sobre o comportamento da combustão:

- Temperatura de trabalho

  ≤ 60 ºC (≤ 140 ºF) - Padrão, sem exigências especiais

  > 60 ºC (> 140 ºF) - Aprovações especiais são necessárias

- Pressão de trabalho

  ≤ 1,1 bar abs (≤ 15,95 psi) - Padrão, sem exigências especiais
  > 1,1 bar abs (> 15,95 psi) - Aprovações especiais são exigidas

**4º passo**

Avaliação do sistema como um todo e classificação em zonas de risco, em conformidade com a freqüência e a duração da atmosfera explosiva, baseada em regulamentações nacionais e internacionais, p.ex. TRBS, IEC ou NFPA/NEC.

- Zona 0

Lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, está presente continuamente ou durante longos períodos ou freqüentemente.

- Zona 1

Lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, é provável de ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação.

- Zona 2

Lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis sob a forma de gás, vapor ou névoa, não é provável de ocorrer em uma operação normal. Se, porém ocorrer, persistirá apenas por um curto período.

Para elaborar uma avaliação de risco, as possíveis fontes de ignição devem ser avaliadas em condições normais de operação, bem como em condições especiais de operação, tais como trabalhos de limpeza e manutenção (ver EN 1127-1):

Fontes de ignição efetivas:

- Regular e contínua em operações normais
- Apenas como resultado de falhas
- Apenas como resultado de falhas raras

Fontes de ignição efetivas são: reações químicas, chamas e gases quentes, superfícies quentes, centelhas geradas mecanicamente, eletricidade estática, relâmpagos, ondas eletromagnéticas, ultra-som, compressão adiabática, ondas de choque etc.

A efetividade da fonte de ignição deve ser comparada com a inflamabilidade da substância inflamável.

**5º passo**

Seleção, quantidade e localização dos equipamentos do sistema de proteção e dos componentes adequados devem seguir as exigências de regulamentações nacionais e internacionais (p.ex. 94/9/EC).

Para equipamentos (sopradores, agitadores, recipientes)

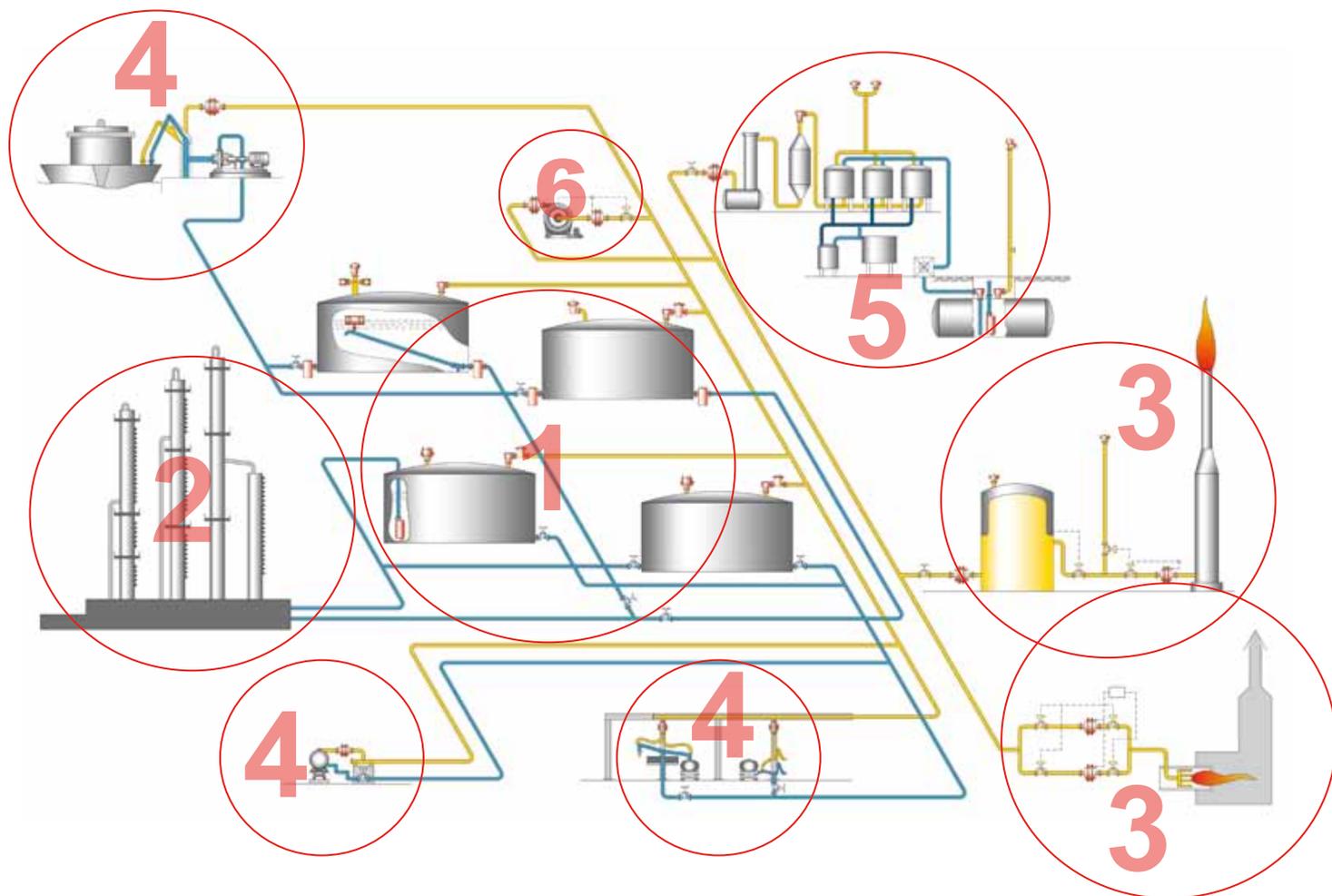
- Na zona 0 Equipamentos categorizados no grupo II cat 1
- Na zona 1 Equipamentos categorizados no grupo II cat 2
- Na zona 2 Equipamentos categorizados no grupo II cat 3

Corta-chamas são sistemas de proteção e não estão sujeitos à categorização. Devem ser submetidos a testes e exames de tipo e aprovados por um orgão notificado. Podem ser instalados em todas as zonas (zona 0, 1 ou 2) e são marcados com a sigla CE para constatar a conformidade com todas as exigências aplicáveis.

O procedimento e os resultados da avaliação de risco devem ser conferidos no “documento de proteção contra explosão”. O operador da instalação (a empresa) deve confirmar que os equipamentos, os sistemas de proteção e os componentes estão em conformidade com a lei e com a tecnologia atual. A engenharia de processo, o esquema de instalação, as substâncias, o zoneamento e a avaliação de riscos fazem parte do conceito de proteção e são determinados em conexão com as responsabilidades correspondentes.

# Instalações seguras na prática

## Resumo

Dispositivos de segurança PROTEGO® são usados numa ampla gama de aplicações industriais. Um processo seguro requer proteção confiável para todos os parâmetros operacionais concebíveis. Exemplos práticos mostram, como plantas podem ser protegidos e como dispositivos PROTEGO® podem ser incorporados em circuitos de controle. Engenheiros são responsáveis pela harmonização adequada do sistema como um todo.

Dispositivos PROTEGO® oferecem segurança e proteção ambiental

1. em parques de tancagem com tanques de armazenamento para refinarias e instalações químicas
2. em plantas de processamento para indústrias químicas e farmacêuticas
3. em sistemas de combustão de vapores e queimadores
4. na construção naval, plataformas marítimas e sistemas de carregamento
5. em unidades de recuperação de vapores
6. como componentes integrados em equipamentos, máquinas e vasos

Aplicações são encontradas em outras áreas, tais como em sistemas de gás de aterro sanitário e de biogás, na tecnologia médica, no processamento de alimentos, na construção de aeronaves e de automóveis, em salas limpas TI, na tecnologia de camadas finas, etc. A engenharia de processo é o desafio especial para os engenheiros e usuários PROTEGO®.

① Tanque de armazenamento de teto flutuante com sistema de drenagem de teto flutuante SE/CK (→ capítulo 8), válvula de teto D/SR (→ capítulo 8), válvula atuada por haste AL/DK (→ capítulo 8) e válvula de alívio de pressão do espaço de selagem P/EL (→ capítulo 5)

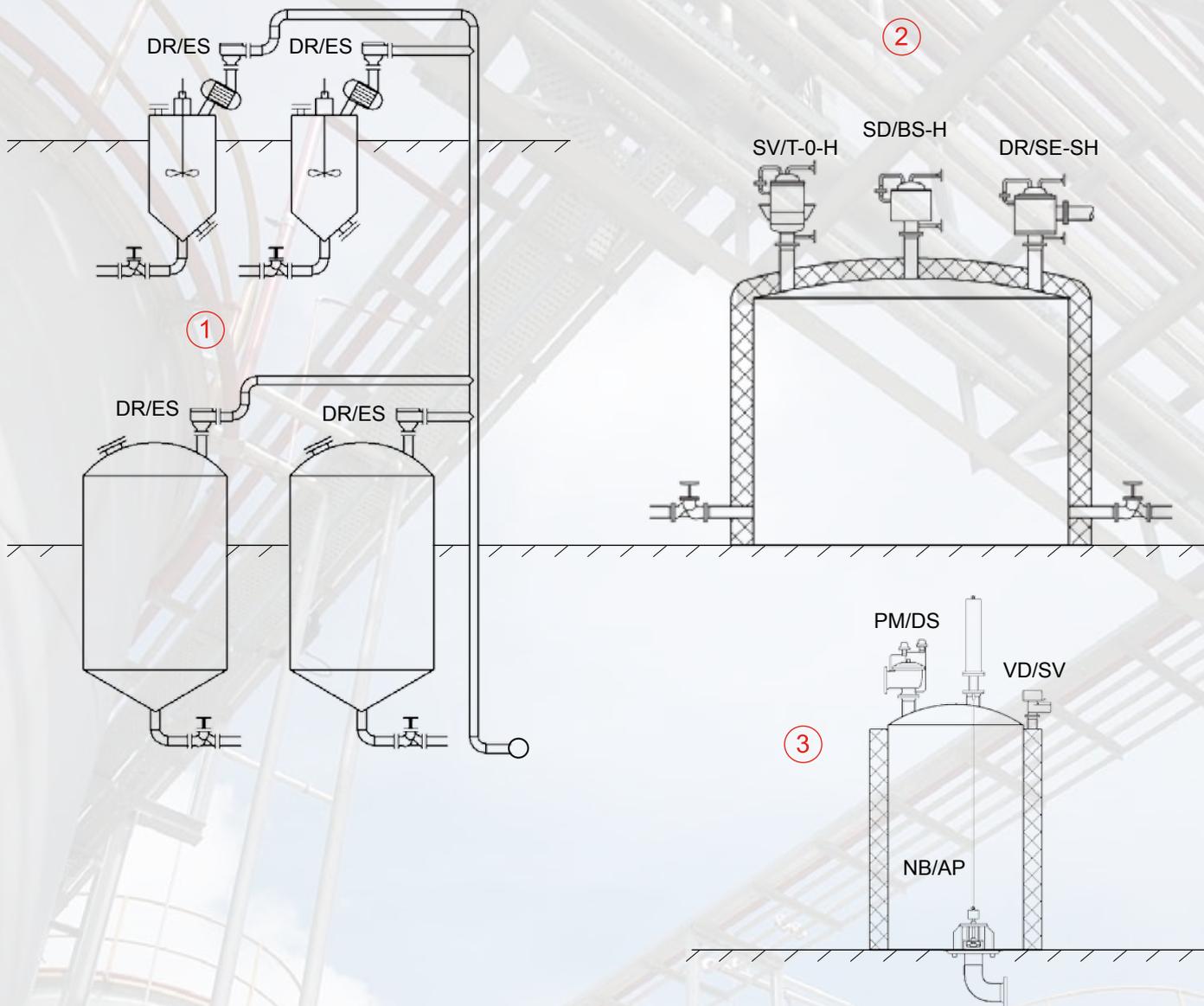
② Tanque de armazenamento de teto fixo para líquidos inflamáveis com válvula de pressão e vácuo de diafragma UB/SF (→ capítulo 7), corta-chamas de selo líquido à prova de detonação LDA-F (→ capítulo 4) e tubulação de gás inerte de proteção com DR/ES (→ capítulo 4) e D/ZT (→ capítulo 6)

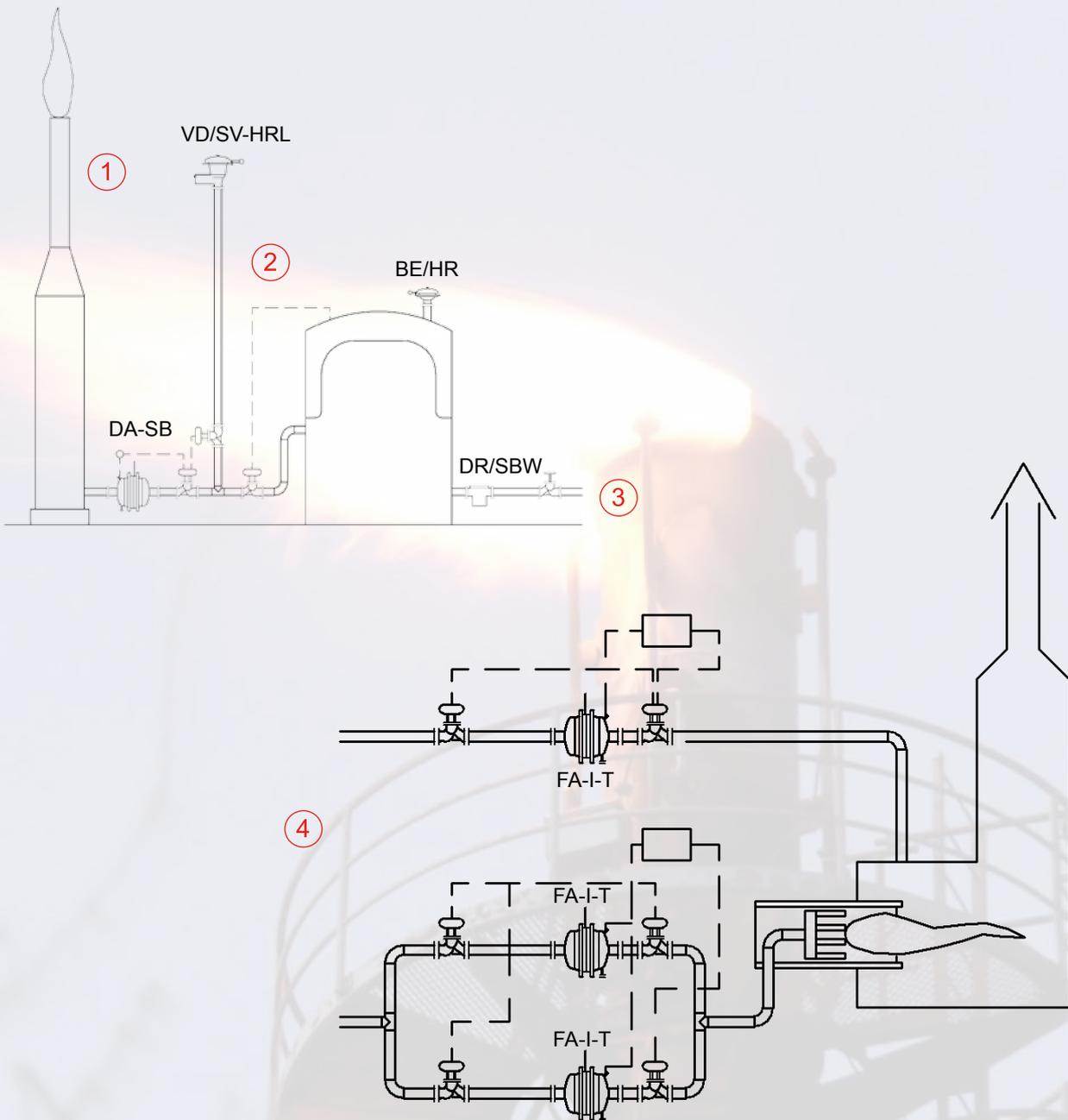
③ Tanque de armazenamento de teto fixo para líquidos inflamáveis com válvulas separadas de segurança e alívio de pressão P/EB (→ capítulo 7) e de segurança e alívio de vácuo SV/E (→ capítulo 7), corta-chamas de selo líquido à prova de detonação LDA/W (→ capítulo 4) e/ou LDA-W-F (→ capítulo 4) na tubulação de enchimento e esvaziamento, sistema de braço mecânico de sucção flutuante SA/S (→ capítulo 8), conexão de compensação de gás à prova de detonação DR/ES (→ capítulo 4)

④ Tanque de armazenamento de teto fixo para líquidos inflamáveis com válvula de alívio de pressão e vácuo PV/EBR (→ capítulo 7), válvula de alívio de pressão e vácuo de diafragma UB/SF (→ capítulo 7), conexão ao sistema coletor de gás com corta-chamas à prova de detonação DR/ES (→ capítulo 4) e válvula de alívio de pressão e vácuo para tubulação DV/ZT ou DV/ZW (→ capítulo 6), corta-chamas de selo líquido à prova de detonação LDA-W na tubulação de enchimento e LDA/WF na tubulação de esvaziamento (→ capítulo 4)

⑤ Tanque de armazenamento de teto fixo para líquidos não inflamáveis com válvula de conservação de pressão e vácuo VD/SV (→ capítulo 5) e válvula de respiro de emergência ER/V (→ capítulo 5), em vez de um ponto de ruptura predeterminado

⑥ Tanque de armazenamento subterrâneo com dispositivos de segurança na tubulação de enchimento LDA/F (→ capítulo 4), corta-chamas à prova de detonação DR/ES na tubulação de drenagem (→ capítulo 4) e com VD/SV na tubulação de ventilação (→ capítulo 6)

## Instalações de processamento químico e farmacêutico

1. Alívio de pressão e vácuo de misturadores e vasos de processamento industriais em um tubo coletor de vapores, através de corta-chamas à prova de detonação DR/ES (→ capítulo 4)
2. Alívio de pressão de um tanque de armazenamento para líquidos altamente viscosos (tais como betume) com válvula de alívio de pressão superaquecida SD/BS-H (→ capítulo 5), e alívio de vácuo com válvula de vácuo superaquecida SV/T-0-H (→ capítulo 5). Alívio operacional de vácuo e pressão através de um corta-chamas à prova de detonação aquecido DR-ES/H (capítulo 4)
3. Tanque de armazenamento de baixa temperatura com válvula de alívio de pressão e vácuo VD/SV (→ capítulo 5) para a camada de isolamento e com válvula de alívio de pressão piloto-operada PM/DS (→ capítulo 5) para o tanque principal. Válvulas de drenagem de fundo, controladas pneumaticamente, NB/AP (→ capítulo 8) como sistema de segurança no caso de ruptura de uma tubulação

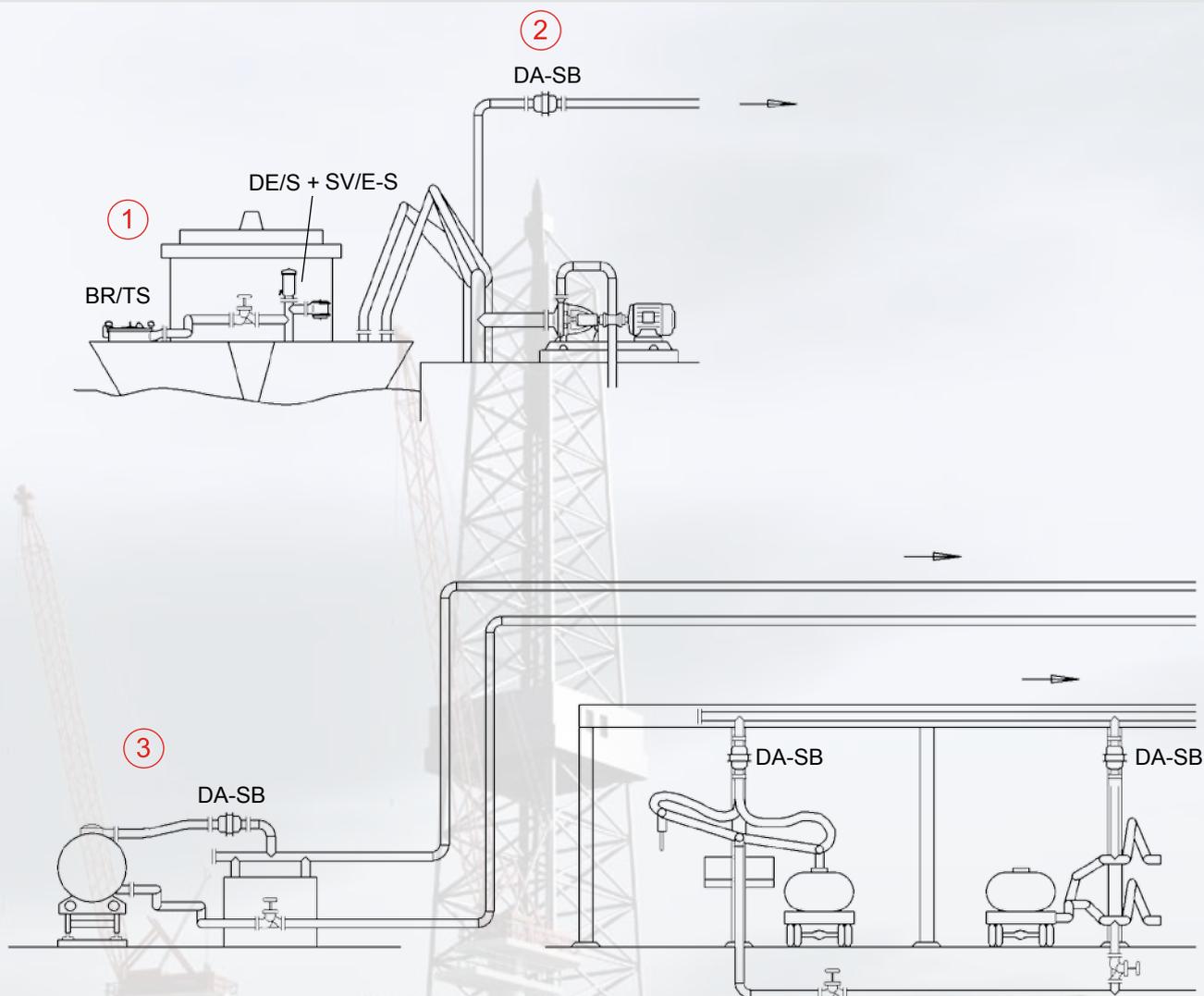
Não apresentado: válvulas de conservação da pressão VD/SV (→ capítulo 5) para silos com granulados de polietileno

1. Queimadores elevados ou de solo com corta-chamas à prova de detonação DA-SB (→ capítulo 4)

2. Chaminé de alívio de pressão de emergência com válvula de alívio de pressão e vácuo à prova de combustão contínua VD/SV-HRL (→ capítulo 7)

3. Gasômetro com corta-chamas à prova de detonação DR/SBW (→ capítulo 4) na tubulação de abastecimento de gás e com corta-chamas à prova de deflagração de final de linha BE/HR (→ capítulo 2), que protege contra combustão contínua, acima do diafragma

4. Corta-chamas à prova de deflagração com monitoramento da temperatura FA-I-T (→ capítulo 3) na tubulação de alimentação para a combustão dos vapores, instalado à máxima distância admissível da fonte de ignição e em paralelo, por causa da disponibilidade para manutenção ou da comutação de emergência em casos de combustão contínua no corta-chamas. Tubulação de vapores da instalação até a unidade de combustão de vapores, com corta-chamas à prova de deflagração FA-I-T (→ capítulo 3), para proteger o tubo coletor e os locais de operação da instalação

# Instalações seguras na prática

## Construção naval, plataformas marítimas e sistemas de carregamento

1. Navios-tanque para produtos inflamáveis / navios-tanque para produtos químicos com corta-chamas à prova de detonação BR/TS em cada tanque (→ capítulo 4), válvulas de respiro de alta velocidade à prova de combustão contínua DE/S (→ capítulo 7) e válvulas de alívio de vácuo à prova de explosão SV/E-S (→ capítulo 7)
2. Conexão da tubulação de retorno de gás à prova de detonação, no terminal de carregamento para líquidos inflamáveis, com corta-chamas à prova de detonação DA-SB (→ capítulo 4)
3. Corta-chamas à prova de detonação DA-SB (→ capítulo 4) na tubulação de compensação de gás / de retorno de gás das estações de carregamento para vagões-tanque e caminhões-tanque

Não apresentado: plataformas marítimas / plataformas de perfuração com corta-chamas à prova de detonação DA-SB (→ capítulo 4) e corta-chamas à prova de deflagração FA-CN (→ capítulo 3), FPSOs (Floating Production Storage and Offloading / unidade flutuante de produção, estocagem e descarregamento) com corta-chamas à prova de detonação DA-SB, aprovados por IMO (→ capítulo 4), válvulas de alívio de pressão e vácuo VD/TS (→ capítulo 7) e caixas de controle hidráulico com corta-chamas à prova de deflagração BE-AD (→ capítulo 2)

UB/SF DR/ES

P/EBR

SV/E

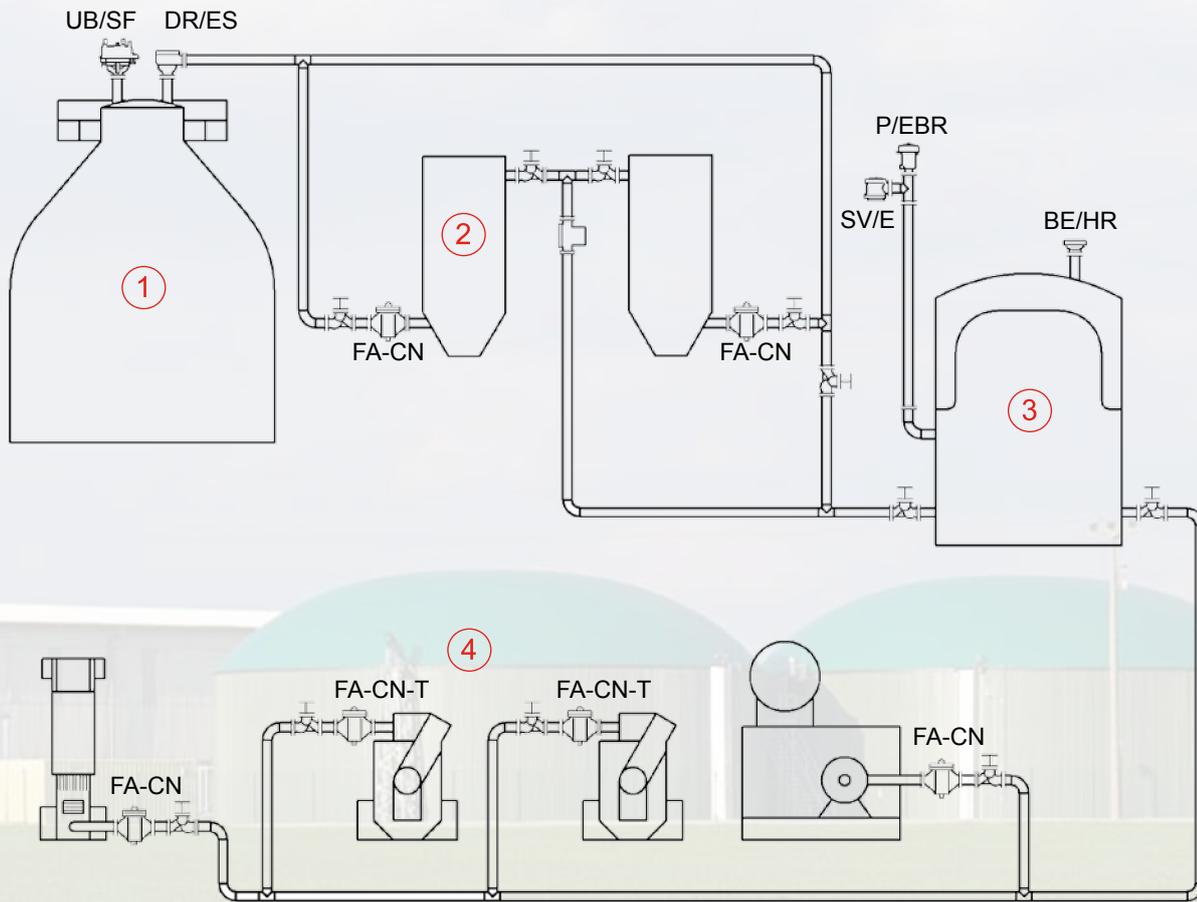
BE/HR

1 2 3

FA-CN FA-CN

4

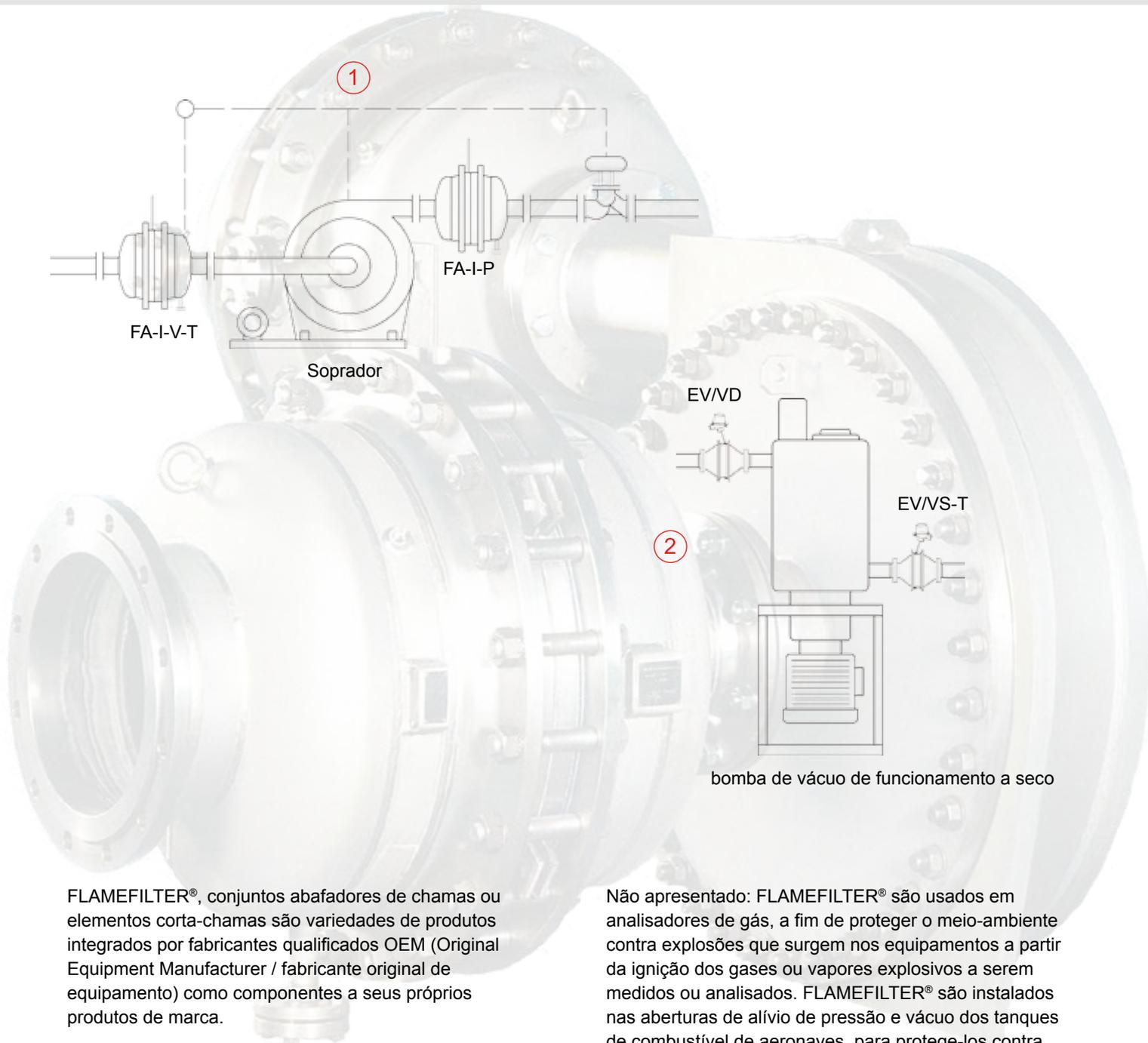
FA-CN-T FA-CN-T

FA-CN FA-CN

(1) Proteção da torre digestora de esgoto e do tanque de armazenamento com uma válvula de alívio de pressão e vácuo à prova de congelamento UB/SF (→ capítulo 7) e com corta-chamas à prova de detonação DR/ES (→ capítulo 4) no tubo coletor de gás

(2) Proteção do sistema da dessulfurização com corta-chamas à prova de deflagração, adequados à temperatura e pressão, FA-CN, FA-CN-T ou FA-E (→ capítulo 3)

(3) Proteção do gasômetro intermediário na tubulação de alívio de pressão e vácuo com um corta-chamas à prova de deflagração e combustão contínua, de final de linha, BE-HR (→ capítulo 2), e equipando a chaminé de alívio de pressão de emergência com uma válvula de alívio de pressão, à prova de deflagração e combustão contínua P/EBR (→ capítulo 7), e uma válvula de alívio de vácuo à prova de deflagração SV/E (→ capítulo 7)

(4) Queimadores de solo, centrais de cogeração e geradores a diesel são fontes potenciais de ignição para misturas de ar-biogás (metano). Corta-chamas adequados devem ser instalados na tubulação em direção ao sistema, considerando temperatura e pressão. Ou são utilizados corta-chamas à prova de deflagração com monitoramento da temperatura, FA-CN-T (→ capítulo 3), ou – à grande distância da potencial fonte de ignição – corta-chamas à prova de detonação DA-SB ou DR/ES (→ capítulo 4)

## Corta-chamas como componentes integrados de equipamentos

FLAMEFILTER®, conjuntos abafadores de chamas ou elementos corta-chamas são variedades de produtos integrados por fabricantes qualificados OEM (Original Equipment Manufacturer / fabricante original de equipamento) como componentes a seus próprios produtos de marca.

1. Proteção de sopradores radiais resistentes à pressão, como sopradores da zona 0, examinados por tipo, com conjuntos abafadores de chamas integrados FA-I-V-T e FA-I-P (→ capítulo 3)

2. Proteção de bombas de vácuo de funcionamento a seco com elementos corta-chamas EV/VS-T e EV/VD (→ capítulo 3) na entrada e na saída, que são testados e certificados em conjunto com a bomba de vácuo. Outras formas de proteção com DR/ES e DR/ES-T são possíveis (→ capítulo 3)

Não apresentado: FLAMEFILTER® são usados em analisadores de gás, a fim de proteger o meio-ambiente contra explosões que surgem nos equipamentos a partir da ignição dos gases ou vapores explosivos a serem medidos ou analisados. FLAMEFILTER® são instalados nas aberturas de alívio de pressão e vácuo dos tanques de combustível de aeronaves, para protege-los contra explosões externas.

## Corta-chamas

**Corta-chamas à prova de deflagração, de final de linha e calotas de respiro............................Capítulo 2**

Corta-chamas à prova de deflagração, de combustão de curta duração e de combustão contínua

Calotas de respiro sem corta-chamas

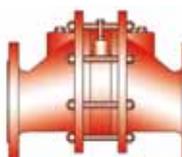
Grupos de explosão: IIA, IIB1 até IIB3 e IIC (grupos NEC D, C, B)

Diâmetros nominais: 15 a 800 mm (½“ até 32”)

Materiais: ferro nodular, aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, revestimento de ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

**Corta-chamas à prova de deflagração..........................................................................................Capítulo 3**

Corta-chamas à prova de deflagração para tubulação, conjuntos abafadores de chamas à prova de deflagração em equipamentos

Grupos de explosão: IIA, IIB1 até IIB3 e IIC (Grupos NEC D, C, B)

Diâmetros nominais: 10 a 1000 mm (¼” até 40”)

Materiais: ferro nodular, aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, revestimentos de ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

**Corta-chamas à prova de detonação..........................................................................................Capítulo 4**

Corta-chamas à prova de detonação para detonações estáveis e instáveis

Grupos de explosão: IIA, IIB1 até IIB3 e IIC (Grupos NEC D, C, B)

Diâmetros nominais: 15 a 800 mm (½” até 32”)

Materiais: ferro nodular, aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, revestimentos de ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

## Válvulas

**Válvulas de alívio de pressão e vácuo, de final de linha ........................................................................Capítulo 5**

Válvulas de alívio de pressão, válvulas de alívio de vácuo, válvulas de alívio de pressão e vácuo, válvulas de alívio de pressão e vácuo piloto-operadas, válvulas de alívio de pressão/vácuo de diafragma

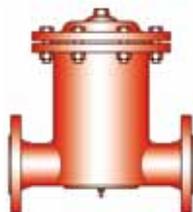
Pressões de ajuste: 2 a 200 mbar (0,08 até 8 pol $H_2O$)

Diâmetros nominais: 50 a 700 mm (2” até 28”)

Materiais: ferro fundido, aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, alumínio, revestimentos de PP, PE, PVDF, PTFE, ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

**Válvulas de alívio de pressão e vácuo, para tubulação........................................................................Capítulo 6**

Válvulas de alívio de pressão ou vácuo, válvulas de alívio de pressão e vácuo, válvulas de inertização

Pressões de ajuste: 2 a 500 mbar (0,08 até 20 pol $H_2O$)

Diâmetros nominais: 25 a 300 mm (1” até 12”)

Materiais: aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, revestimentos de PP, PE, PVDF, ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

**Válvulas de alívio de pressão e vácuo com corta-chamas, de final de linha....................................Capítulo 7**

Válvulas de alívio de pressão, válvulas de alívio de vácuo, válvulas de alívio de pressão e vácuo, válvulas de alívio de pressão/vácuo de diafragma, válvulas de alívio de pressão de alta velocidade

À prova de deflagração e de combustão contínua ou apenas à prova de deflagração

Grupos de explosão: IIA, IIB1 até IIB3 e IIC (grupos NEC D, C, B)

Pressões de ajuste: 2 a 200 mbar (0,08 até 8 pol $H_2O$)

Diâmetros nominais: 50 a 300 mm (2” até 12”)

Materiais: ferro nodular, aço carbono, aço inoxidável, Hastelloy, revestimentos de ECTFE

Execuções especiais conforme especificações do cliente

Serviços e peças sobressalentes

## Acessórios de tanques e equipamentos especiais

Válvulas de segurança de descarga de fundo, válvulas de dreno de fundo................................**Capítulo 8**

Equipamentos de medição de nível e de amostragem

Sistema de braços mecânicos de sucção flutuantes, sistema de drenagem para teto flutuante

Válvulas de alívio de vácuo para teto flutuante, sistema de sucção superficial (skimming), corta-chamas hidráulicos

Unidades de secagem do ar, válvulas de amostragem e drenagem

Serviços e peças sobressalentes

Dispositivos de segurança são instalados para evitar danos. Os requisitos precisam ser definidos já na fase de planejamento, para que um dispositivo adequado possa ser especificado. Após a entrega e a colocação em operação, o funcionamento deve ser garantido o tempo inteiro. O abrangente programa de fornecimento PROTEGO® requer serviços, assistência durante a colocação em operação e manutenção qualificada para funcionar sem falhas por longo prazo.

### Consultoria técnica

Profissionais experientes PROTEGO® estão à disposição para responder as muitas e complexas perguntas com relação à aplicação. Eles são treinados para tratar assuntos relacionados à engenharia de processo sob o ponto de vista de segurança. Soluções padrão e sob medida são criadas com base nas regulamentações atuais e informações técnicas de última geração.

### Treinamento

Oferecendo aperfeiçoamento e treinamento regular aos funcionários de nossos clientes nacionais e internacionais, garantimos a incorporação dos conhecimentos de última geração na engenharia de sistemas. Realizamos regularmente seminários de treinamento, que abrangem a teoria dos fundamentos técnicos, exemplos de aplicação e a prática de instalação e manutenção dos dispositivos PROTEGO®. Os seminários são administrados em nossas instalações ou no cliente.

### Instalação e manutenção

Valorizamos os serviços e a manutenção tanto quanto a qualidade do produto. Instruções de instalação e manutenção qualificadas são suficientes para que profissionais treinados executem as tarefas. Também podemos disponibilizar nossos técnicos de campo, treinados para instalação e manutenção, ou um dos nossos parceiros autorizados. Decisivo é o pessoal treinado e capacitado em nossa fábrica para a execução de suas tarefas. Oficinas profissionais, treinadas e qualificadas, recebem um certificado e são autorizadas a realizar a manutenção dos dispositivos PROTEGO®. Os contatos em sua região serão fornecidos mediante solicitação.

### Pesquisa e desenvolvimento

O nosso Centro de Pesquisa e Desenvolvimento revê e desenvolve nossos dispositivos constantemente, incorporando características relevantes à engenharia de segurança. Além disso, desenvolvemos dispositivos em conjunto com os clientes, a fim de suprir as necessidades específicas de cada um. O resultado é a melhoria contínua do desempenho e da qualidade dos corta-chamas e das válvulas, bem como um conhecimento profundo a partir da pesquisa básica, que é incorporado à tecnologia de sistemas de processamento.

### Serviço de peças sobressalentes

Mantemos peças originais de reposição a sua disposição em nossa sede, bem como em centros de apoio no mundo inteiro. Peças genuínas de reposição e a manutenção regular, de acordo com as condições operacionais, garantem um funcionamento sem falhas.

## Regulamentos, leis, normas e literatura técnica

**Regulamentos e leis**

2006/42/EG Directive on machinery of 17 May 2006

94/9/EC (ATEX 95) Directive of the European Parliament and the Council of March 23, 1994 on the approximate of the laws of the Member States concerning equipment and Protective
Systems intended for use in potentially explosive atmospheres

1999/92/EC (ATEX 137) Directive of the Council on minimum requirements for improving the safety and health of workers potentially at risk from explosive atmospheres (individual directive according to article 16 of Directive 89/391/EEC)

94/63/EC Control of VOC emissions resulting from storage and distribution of petrol

97/23/EC Pressure equipment directive

1999/31/EC Directive on landfills

91/271/ EEC Directive on urban wastewater treatment

**Normas**

EN ISO 28300: 2008 Petroleum, petrochemical and natural gas industries - Venting of atmospheric and low-pressure storage tanks, June 2008

ISO 16852: Flame Arresters - Performance requirements, test methods and limits for use, March 2006

EN 1127-1 Explosive Atmospheres. Explosion Prevention and Protection. Part 1: Basic Concepts and Methodology (2011)

EN 1012-2 Compressors and Vacuum Pumps. Part 2: Vacuum pumps, July 1996

EN 746-2 Industrial Thermo-Processing Equipment. Safety Requirements, June 2010

EN 12255-10 Wastewater Treatment Plants. Safety and Construction Principles, March 2001

EN 12874 Flame Arresters: Performance Requirements, Test Methods, and Limits for Use, Brussels, (2001)

EN 13463-1 Non-Electrical Equipment Intended For Use in Potentially Explosive Atmospheres. Basic Methods and Requirements, Jan. 2009

EN 13463-5 Non-Electrical Equipment Intended For Use in Potentially Explosive Atmospheres. Protection by Constructional Safety, Feb 2012

EN 13980 Potentially explosive atmospheres, Application of quality management systems, Feb. 2002

EN 14015 Specification for the Design and Manufacture of Site-Built, Above-Ground, Vertical, Cylindrical, and Welded Flat-Bottomed, Steel Tanks for the Storage of Liquids at Ambient Temperature and Above, Feb. 2005, Appendix L: Requirements for Pressure and Vacuum Relief Systems

33 CFR Part 154 Marine Vapor Control Systems (USCG-Rule)

API STD 2000 5th ed. 1998 Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks, Nonrefrigerated and Refrigerated

API Publ 2210 3rd ed. May 2000, Flame Arresters for Vents of Tanks Storing Petroleum Products

API Publ 2028 2nd ed. Dec. 1991, Flame Arresters in Piping

API Bulletin 2521, Use of Pressure-Vacuum Vent Valves for Atmospheric Pressure Tanks to Reduce Evaporation Loss, June 1993

ANSI/UL 525 6th ed. 1994 Standard for Flame Arresters

ASTM F1273-91 Reapproved 2002, Standard Specification for Tank Vent Flame Arresters

IEC 79-1A App. D Test Apparatus and Method of Testing for MESG

NFPA 30 Flammable and Combustible Liquids Code, 2012

NFPA 68, Venting of Deflagrations, 2007 ed.

NFPA 69 Standard on Explosion Prevention Systems 2008 ed.

NFPA 36 Standard for Solvent Extraction Plants 2009 ed.

NFPA 497 Recommended Practice for the Classification of Flammable Vapors and of Hazardous Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, 2012 ed.

HSE The Storage of Flammable Liquids in Fixed Tanks

IEC 60079-10-1 Explosive atmospheres. Classification of areas. Explosive gas atmospheres

**Regulamentos técnicos**

Occupational Safety and Health Protection Rules - Explosion Protection Rules (EX-RL), 15th edition, 1998 - German

TRBS 2152 Hazardous explosive atmosphere (part 1 and 2) 2006, Federal register No. 103 A

VDI 3479, Emission Reduction, Distribution Storage for Mineral Oil Far from Refineries, July 1985 - German and English

GUV 17.4 Occupational Rules for Safety and Health Protection for Work On and In Landfills, Federal Association of the Statutory Accident Insurance Institutions of the Public Sector, Feb 2001-German

AO 8.06/77 Explosion Protection in the Manufacture and Processing of Fermented Spirits (Alcohol Memorandum), Institution for Statutory Accident Insurance and Prevention in the Food Industry and the Catering Trade - German

**Literatura técnica (seleção)**

Handbuch des Explosionsschutzes (Editor: Steen, H.) Wiley-VCH Verlag,Weinheim (2000)

Lexikon Explosionsschutz, Sammlung definierter Begriffe, Berthold Dyrba, Carl Heymanns Verlag (2006)

6. Nachtrag zu Sicherheitstechnischen Kennzahlen brennbarer Gase und Dämpfe (K. Nabert, G. Schön), Deutscher Eichverlag GmbH, Braunschweig1990

CHEMSAFE, Die Datenbank für bewertete sicherheitstechnische Kenngrößen, PTB, Fachlabor 3.31

Schampel K.: Flammendurchschlagsicherungen, Expert Verlag, 1988

Brandes, E., März, G., Redeker, T., Normspaltweiten von Mehr-Brennstoffkomponenten-Gemischen in Abhängigkeit der Brennstoffzusammensetzung, PTB-Bericht PTB-W-69, Juni 1997

Steen, H., Schampel, K.: Stoffabhängigkeit der Wirkung flammendurchschlag-sicherer Einrichtungen. Fortschritt-Berichte VDI, Reihe 6, Nr. 122 1983

Schampel, K.: Verhinderung eines Dauerbrandes an Flammendurchschlagsicherungen in Lüftungsleitungen von Behältern und Apparaturen, 2. Sicherheitstechnische Vortragsveranstaltung über Fragen des Explosionsschutzes, PTB-Bericht W-20 (1983) 20-29.

Bartknecht, W.: Explosionsschutz, Grundlagen und Anwendungen, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1993

Prof. Dr. Hans Witt, Explosionsschutz bei Ventilatoren, Witt & Sohn GmbH&Co., Pinneberg, 1998

Meidinger, Ventilatoren zur Förderung von Gas/Luft- oder Dampf/Luftgemischen der Zone 0, 1998

Eberhard Grabs, Anforderungen an explosionsgeschützte Vakuumpumpen - Ergebnisse einer Risikobewertung - Veröff. in PTB Mitteilungen106 5/96

U. Füssel, Vakuum ohne Abwässer - Trockenläufer setzen sich durch, Chemie Technik, 1998

U. Friedrichsen, Konzept erfolgreich getestet - Trockenlaufende Vakuumpumpe sichert wirtschaftlichen Prozess, Chemie Technik, 1998

Bjerketvedt, D., Bakke, J.R., van Wingerden, K.: Gas Explosion Handbook, Journal of Hazardous Materials 52 (1997), 1 – 150

Redeker, T.: Sicherheitstechnische Kennzahlen – Basis für den Explosionsschutz, 9. Internationales Kolloquium für die Verhütung von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten in der chemischen Industrie Luzern, 1984

**Publicações PROTEGO®**

Absicherung der Abblaseleitung eines Sicherheitsventils durch eine Deflagrationsendsicherung; Dr. T. Heidermann/H. Kuchta; Technische Überwachung, 2003

In-line Flame Arresters to Prevent Flashback of Thermal Combustion Units; Dr. T. Heidermann/Dr. M. Davies; Wiley InterScience, 2006

Keeping explosion in isolation; Dr. T. Heidermann/ Dr. M. Davies/Dr. P. Bosse; HYDROCARBON ENGINEERING, 2008

A Research Study on Safe Application of Flame Arresters for Thermal Combustion Units; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann/ D.Long; HYDROCARBON ENGINEERING, 2008

FLAME ARRESTERS FOR PLANTS HANDLING ACETYLENE AND ETHYLENE OXIDE; D. Long/Dr. T. Heidermann; IChemE, 2009

Leben schützen, Werte erhalten; Hochgeschwindigkeitsventile in der Edelmetallverarbeitung; Dr. T. Heidermann; Verfahrenstechnik, 2009

Flames: under arrest; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann; HYDROCARBON ENGINEERING, 2012

FLAME ARRESTERS; Testing and applying flame arresters; Dr. M. Davies/ Dr. T. Heidermann; INDUSTRIALFIRE JOURNAL, 2011

Conservation vents do not substitute arresters; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann; Tank Storage Magazine

New standards for flame arresters and tank venting; Dr. T. Heidermann; 13th International Symposium on Loss Prevention

FLAME TRANSMISSION TESTS WITH P/V VALVES; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann; Test Report, 2007

FLAME ARRESTERS; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann; Perry´s chemical engineers Handbook8th EDITION Green Perry; 23-92

CFD-Modeling for Optimizing the Function of Low-Pressure Valves; F. Helmsen, T. Kirchner; Process and Plant Safety; 2012 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Sicherheit bei Problemprodukten; Dr. M. Davies/Dr. P. Bosse/ T. Klocke; POWTECH, TECHNOPHARM, EXPLORISK

New ISO standard for flame arresters to increase explosion isolation efficiency; Dr. M. Davies/Dr. T. Heidermann/ Dr. P. Bosse; HYDROCARBON ENGINEERING

No safe substitute, FLAME ARRESTERS; HAZARDOUS CARGO BULLETIN, 2008

Schwerpunkt: Lagerung: Flammen filtern; T. Schaper/ Dr. P. Bosse; Gefährliche Ladung, 2005

A conservation vents is not a safe substitute for a flame arrester; Dr. T. Heidermann/Dr. M. Davies/D. Preusse; HYDROCARBON ENGINEERING, 2008

Venting Technologies for reducing vapour losses; Dr. P. Bosse/Dr. M. Davies; HYDROCARBON ENGINEERING, 2008

Auslegung, sicherer Betrieb und Instandhaltung von Schutzsystemen in explosionsgefährdeten überwachungsbedürftigen Anlagen; Dr. V. Halstrick; Technische Sicherheit, 2012

## Glossário (tradução livre)

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| à prova de propagação de chamas | característica de um dispositivo de evitar um retrocesso de chama | - |
| absorvedor de choque | componente para reduzir a energia cinética de uma detonação | - |
| acumulação | aumento da pressão no vaso acima da pressão máxima de trabalho admissível, durante a descarga através do dispositivo de alívio de pressão | ISO 23251 - 3.1 |
| alívio de pressão normal | expiração em condições normais de operação (bombeando o produto para dentro do tanque e expiração térmica) | EN 14015 - 3.1.35 |
| alívio de vácuo normal | aspiração em condições normais de operação (bombeando o produto para fora do tanque e aspiração térmica) | EN 14015 - 3.1.35 |
| alívio normal | respiração necessária devido a necessidades operacionais ou mudanças atmosféricas | ISO 28300 - 3.7 |
| alívio para a atmosfera | liberação de vapores e gases de dispositivos de alívio de pressão e de despressurização para a atmosfera | ISO 23251 - 3.4 |
| ar ambiente | atmosfera normal que circunda o equipamento e o sistema de proteção | EN 13237 - 3.1 |
| ar de combustão | ar necessário para a combustão dos gases de tocha | ISO 23251 - 3.19 |
| ar estequiométrico | proporção quimicamente correta entre combustível e ar, capaz de ocasionar uma combustão perfeita, sem adicionar combustível ou ar | ISO 23251 - 3.73 |
| área com risco de explosão | área onde uma atmosfera explosiva é presente ou pode ser esperada em quantidades tais, que precauções especiais são necessárias para a construção, instalação e uso de equipamentos | EN 13237 - 3.55 |
| armação do corta-chamas | invólucro para o jogo de corta-chamas, inclusive aros | - |
| armação do FLAMEFILTER® | invólucro para o jogo de FLAMEFILTER®, inclusive aros | - |
| aspiração térmica | corrente de ar ou gás de proteção para dentro de um tanque, quando vapores no tanque se contraem ou condensam como resultado de mudanças climáticas (p.ex. queda da temperatura atmosférica) | ISO 28300 - 3.20 |
| atmosfera explosiva | mistura com ar, sob condições atmosféricas, e de substâncias inflamáveis na forma de gases, vapores, névoas ou poeiras, na qual, após a ocorrência da ignição, a combustão se propaga para toda a mistura não queimada | EN 1127 - 3.17 |
| atmosfera explosiva mais favorável à ignição | atmosfera explosiva com uma concentração de substâncias inflamáveis, que em condições especificadas, requer a menor energia para sua ignição | EN 13237 - 3.87 |
| atmosfera explosiva perigosa | atmosfera explosiva que, se explodir, causará danos | E 1127 - 3.19 |
| barra guia | componente (haste) para guiar o obturador da válvula | - |
| bocal de medição | abertura em um tanque de armazenamento para medição ou amostragem | - |
| braço mecânico articulado | tubulação flexível com ou sem bóia dentro de um tanque de armazenamento, para enchimento e esvaziamento | - |
| braço mecânico de sucção flutuante | dispositivo mecânico instalado em alguns tanques, às vezes articulado, que flutua na superfície do líquido, permitindo a retirada do produto apenas deste ponto | EN 14015 - 3.1.21 |
| bucha guia | componente para guiar p.ex. a haste do obturador da válvula | - |
| bujão de dreno de condensado | parafuso para drenar o condensado | - |
| calota de respiro | dispositivo de final de linha para a livre aspiração e expiração de componentes da instalação. Este dispositivo pode ser à prova de propagação de chamas | - |
| camisa de aquecimento | espaço fechado para o aquecimento do dispositivo que o envolve total ou parcialmente (jaqueta) | - |
| capacidade de vazão real | a capacidade de vazão real é a capacidade da vazão determinada por medição | DIN 3320-75 |
| categoria do equipamento | dentro de um grupo de equipamento, a categoria é a classificação de acordo com o nível de proteção necessário. As categorias são definidas conforme indicado em A.6 | EN 13237 - 3.26 |
| classe de temperatura | classificação de equipamentos, sistemas de proteção ou componentes para atmosferas explosivas com base na temperatura máxima de sua superfície | EN 13237 - 3.111 |

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| coletor / tubo coletor | sistema de tubulação para a coleta e/ou distribuição de um fluído para múltiplos percursos | ISO 23251 - 3.45 |
| combustão contínua | combustão estabilizada por tempo indeterminado | ISO 16852 - 3.6 |
| combustão de curta duração | combustão estabilizada por tempo específico | ISO 16852 - 3.5 |
| combustão estabilizada | combustão constante de uma chama estabilizada sobre ou próximo ao elemento corta-chamas | ISO 16852 - 3.4 |
| componente | „componente“ significa qualquer item essencial para o funcionamento seguro do equipamento e do sistema de proteção, porém sem função autônoma | EN 1127 - 3.2 |
| concentração limite de oxigênio (LOC) | máxima concentração de oxigênio em misturas de substâncias inflamáveis e de ar com gás inerte, na qual uma explosão não ocorrerá, e que é determinada em condições de ensaio especificadas (EN 1127-1:1997) | EN 13237 - 3.64 |
| condições atmosféricas | condições atmosféricas são pressões de 80 kPa até 110 kPa e temperaturas de -20 ºC até +60 ºC | ISO 16852 - 3.25 |
| conjunto abafador de chamas | armação do conjunto abafador com jogo de corta-chamas e espaçadores | - |
| conjunto abafador de chamas anelar | conjunto abafador de chamas em forma de anel consistindo de fitas corrugadas | - |
| contrapressão | a contrapressão é a pressão manométrica existente na saída da válvula durante o alívio ($p_a = p_{ae} + p_{af}$) | DIN 3320-58 |
| corpo | invólucro de um produto ou componente | - |
| corpo do corta-chamas | é a parte do corta-chamas cuja função principal é de fornecer um invólucro adequado para o elemento corta-chamas e permitir conexões mecânicas com outros sistemas | ISO-16852 - 3.2 |
| corta-chamas | um dispositivo instalado na abertura de um invólucro ou conectado à tubulação de um sistema de invólucros, e cuja função pretendida é permitir o fluxo, porém, impedir a propagação da chama | ISO 16852 - 3.1 |
| corta-chamas / válvula de pé | um corta-chamas projetado para usar o produto líquido em combinação com uma válvula de retenção, a fim de formar uma barreira contra a propagação de chama | ISO 16852 - 3.19.2 |
| corta-chamas à prova de combustão contínua | corta-chama que impede a propagação da chama durante e após a combustão contínua | ISO 16852 - 3.16 |
| corta-chamas à prova de deflagração | corta-chamas projetado para impedir a propagação de uma deflagração, podendo ser um corta-chamas de final de linha ou um corta-chamas para tubulação | ISO 16852 - 3.14 |
| corta-chamas à prova de detonação | corta-chamas projetado para impedir a propagação da detonação, podendo ser um corta-chamas de final de linha ou um corta-chamas para tubulação | ISO 16852 - 3.15 |
| corta-chamas bidirecional | um corta-chamas que evita a propagação de chama de ambos os lados | ISO 16852 - 3.13 |
| corta-chamas de final de linha | corta-chamas com conexão apenas para uma tubulação | ISO 16852 - 3.23 |
| corta-chamas de selo líquido à prova de detonação | corta-chamas em que o produto líquido é usado para formar um selo líquido como meio do corta-chamas, a fim de impedir a propagação da chama na detonação. Existem dois tipos de corta-chamas de selo líquido à prova de detonação para uso em linhas de produtos líquidos: selos líquidos e válvulas de pé | ISO 16852 - 3.19 |
| corta-chamas estático | um corta-chamas projetado para impedir a propagação de chama devido aos espaçamentos de extinção (quenching gaps) | EN 16852 - 3.17 |
| corta-chamas hidráulico | corta-chamas projetado para quebrar o fluxo de misturas explosivas em bolhas definidas numa coluna de água, impedindo assim a propagação da chama | ISO 16852 - 3.20 |
| corta-chamas para tubulação | corta-chamas equipado com duas conexões para tubulação, uma em cada lado do corta-chamas | ISO 16852 - 3.22 |
| corta-chamas volumétrico | corta-chamas que, após a ignição por fonte de ignição interna, impede a propagação da chama do interior de um recipiente resistente à explosão (p.ex. um vaso ou uma tubulação fechada) para fora, ou para a tubulação de conexão | ISO 16852 - 3.23 |

## Glossário (tradução livre)

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| curso | percurso real do obturador da válvula, a partir da posição fechada | ISO 4126 - 3.3 |
| curso da válvula | percurso real do obturador da válvula a partir da posição de fechamento, quando a válvula está atuando | - |
| deflagração | explosão que se propaga à velocidade subsônica (EN 1127-1:1997) | EN 13237 - 3.15 |
| detonação | explosão que se propaga à velocidade supersônica, caracterizada por uma onda de choque (EN 1127-1:1997) | EN 13237 - 3.18 |
| detonação estável | a detonação é estável quando se propaga através de um sistema fechado sem variação significativa de velocidade e pressão | ISO 16852 - 3.10 |
| detonação instável | detonação durante a transição de um processo de combustão de deflagração para a detonação estável. A transição ocorre em um espaço limitado, em que a velocidade da onda de combustão não é constante, e onde a pressão de explosão é significativamente maior do que a de uma detonação estável. | ISO 16852 - 3.11 |
| diâmetro nominal, tamanho nominal | (DN) designação numérica de dimensão, usada para todos os componentes de um sistema de tubulação, em que o diâmetro externo ou o tamanho da rosca não é indicado. O número é arredondado e possui apenas uma relação aproximada com as dimensões usinadas | - |
| diferencial de alívio | diferença entre a pressão de ajuste e as pressões de fechamento, normalmente indicada como percentagem da pressão de ajuste | - |
| dispositivo de medição de nível e tomada de amostras | equipamento para indicar o nível de líquido em tanques de armazenamento e para tirar amostras do meio armazenado de qualquer altura | - |
| dissipação de calor | calor total liberado pela combustão de gases baseado no menor valor calorífico | ISO 23251 - 3.36 |
| elemento corta-chamas | elemento de fitas corrugadas | - |
| elemento fusível | componente que derrete a uma temperatura definida e que ativa uma outra função (abertura da calota, fechamento da válvula) | - |
| eletricidade estática | formação de uma diferença de potencial elétrico ou carga elétrica através de atrito entre materiais ou substâncias diferentes, p.ex. o fluxo do produto na tubulação | EN 14015 - 3.1.18 |
| enrolado a direita | orientação (ângulo) dos espaçamentos do elemento de fitas corrugadas | - |
| enrolado a esquerda | orientação (ângulo) dos espaçamentos do elemento de fitas corrugadas | - |
| equipamento | „equipamento“ compreende máquinas, aparelhos, dispositivos fixos ou móveis, componentes de controle e seus instrumentos e sistemas de detecção e prevenção, destinados - isoladamente ou em conjunto - a geração, propagação, armazenamento, medição, controle e conversão de energia, ao processamento de materiais, e que são capazes de causar uma explosão por meio de suas próprias fontes de ignição potenciais | EN 1127 - 3.5 |
| espaçador | componente posicionado entre os elementos de fita corrugada do conjunto abafador de chamas | - |
| espaçamento do elemento corta-chamas | elementos corta-chamas possuem uma seção transversal mais ou menos triangular. O espaçamento do elemento corta-chamas é a altura triangular do elemento corta-chamas | - |
| espaçamento do FLAMEFILTER® | espaçamento do elemento corta-chamas feito de fitas corrugadas, tipo FLAMEFILTER® | - |
| expiração térmica | corrente de ar ou gás de proteção para fora de um tanque, quando vapores no interior do tanque se expandem e o líquido no tanque evapora em conseqüência de mudanças climáticas (p.ex. aumento da temperatura atmosférica) | ISO 28300 - 3.21 |
| explosão | oxidação brusca ou reação de decomposição que produz um aumento de temperatura, pressão ou de ambas simultaneamente | ISO 16852 - 3.7 |
| extinção | extinção de uma chama por espaçamentos limitados | |
| falha | o equipamento, sistema de proteção e os componentes não desempenham a função prevista | EN 1127 - 3.25 |
| FLAMEFILTER® | marca registrada internacionalmente da Braunschweiger Flammenfilter GmbH para o elemento corta-chamas feito de fitas corrugadas | - |
| fonte de ignição | qualquer fonte com energia suficiente para iniciar a combustão (EN ISO 13702:1999) | EN 13237 - 3.62 |
| gás inerte | gás não inflamável que não fomenta a combustão e não reage no sentido de produzir gás inflamável | EN 13237 - 3.68 |

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| gás ou vapor inflamável | gás ou vapor que, quando misturado com ar em determinadas proporções, formará uma atmosfera gasosa explosiva (EN 60079-10:1996) | EN 13237 - 3.44 |
| guia do obturador | elemento que guia o obturador da válvula | - |
| haste guia | é um tubo disposto de maneira central e ortogonal ao obturador da válvula, para guiar o mesmo | - |
| índice de estanqueidade | vazamento de um dispositivo em volume por tempo (litro por segundo) | - |
| inertização | adição de substâncias inertes, para impedir a formação de atmosferas explosivas | EN 1127 - 3.21 |
| jogo de corta-chamas | combinação de elementos corta-chamas com espaçadores | - |
| jogo de FLAMEFILTER® | combinação de FLAMEFILTER® com espaçadores | |
| junta articulada | parte de um sistema de braço mecânico articulado | - |
| limite inferior de explosividade (LEL) | o limite inferior de uma faixa de explosividade | EN 1127 - 3.8 |
| limite superior de explosividade (UEL) | o limite superior da faixa de explosividade | EN 1127 - 3.9 |
| limites de explosão | faixa dos limites de explosão (EN 1127-1:1997) | EN 13237 - 3.29 |
| líquido inflamável | líquido capaz de produzir vapor inflamável em quaisquer condições previsíveis de operação (EN 60079-10:1996) | EN 13237 - 3.45 |
| manutenção | combinação de todas as ações técnicas e administrativas, inclusive atos de fiscalização, destinados a manter um item ou recuperá-lo para um estado em que possa desempenhar a função necessária | EN 13237 - 3.78 |
| material inflamável | material inflamável por si só ou capaz de produzir gás, vapor ou névoa inflamáveis (EN 60079-10:1996) | EN 13237 - 3.46 |
| máxima pressão admissível (equipamento de pressão) | pressão máxima, para a qual o equipamento é projetado, conforme especificado pelo fabricante | 97/23/EC (PED) |
| máxima temperatura admissível (equipamento de pressão) | temperatura máxima para a qual o equipamento é projetado, conforme especificado pelo fabricante | 97/23/EC (PED) |
| máxima temperatura de trabalho | temperatura máxima atingida, quando o equipamento ou o sistema de proteção estiver funcionando em suas condições de trabalho previstas | - |
| máximo espaçamento experimental seguro (MESG) | máxima abertura entre as duas partes da câmara interior do aparelho de teste que, quando a mistura de gás é inflamada na parte interna, e em condições especificas, impede a ignição da mistura do gás na parte externa, através da abertura de 25 mm de comprimento em todas as concentrações de gás ou de vapor testados no ar. O MESG é uma propriedade da respectiva mistura de gás (EN 1127-1:1997). Nota: IEC 60079-1 A padroniza o aparelho de ensaio e o método de teste | - |
| medidor de nível | dispositivo para determinar o nível do liquido em tanques de armazenamento | - |
| ponto de fulgor | menor temperatura, corrigida para a pressão barométrica de 101,3 kPa, em que a aplicação de uma chama de teste causa a ignição do vapor de ensaio nas condições especificadas de teste (ISO 13736:1997) | EN 13237 - 3.49 |
| pressão | a unidade de pressão usada nesta norma é o „bar“ (1 bar = 10000 Pa), usado como pressão manométrica ou absoluta, conforme apropriado | ISO 4126 - 3.2 |
| pressão de abertura | pressão (vácuo) de abertura é a pressão manométrica, na qual o curso da válvula é suficiente para descarregar uma vazão mássica predeterminada; é igual à pressão de ajuste mais sobrepressão | DIN 3320 - 54 |
| pressão de ajuste | pressão manométrica na entrada do dispositivo, para qual o dispositivo de alívio é ajustado para iniciar a abertura em condições de serviço | ISO 28300 - 3.19 |
| pressão de ajuste de bancada | vácuo ou pressão manométrica na qual, em condições de bancada de teste (contrapressão atmosférica), as válvulas começam a abrir | - |

### Glossário (tradução livre)

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| pressão de alívio | pressão na entrada de um dispositivo de alívio quando o fluido está sendo descarregado com a capacidade de alívio exigida | ISO 28300 - 3.15 |
| pressão de fechamento (pressão de reassentamento) | valor da pressão estática de entrada na qual o obturador da válvula restabelece o contato com a sede ou em que o curso da válvula é zerado | ISO 4126 - 3.2.4 |
| pressão de projeto (tanque) | máxima pressão admissível do tanque no espaço acima do líquido estocado | - |
| pressão de projeto / temperatura de projeto (construção em geral) | pressão utilizada em conjunto com a temperatura de projeto para determinar a mínima espessura admissível da parede ou as características físicas de cada componente, conforme definido nas normas de projeto aplicáveis | ISO 23251 - 3.23 |
| pressão de teste | pressão para testar a estabilidade mecânica de dispositivos e/ou para testar a estanqueidade de dispositivos | - |
| pressão de trabalho | pressão observada no sistema de processo durante a operação normal, incluindo variações normais | ISO 23251 - 3.49 |
| pressão máxima de explosão admissível | máxima pressão de explosão calculada, à qual o equipamento é resistente | EN 14460 - 3.7 |
| pressão máxima de trabalho admissível (MAWP) | máxima pressão manométrica admissível no topo de um vaso cheio, na sua posição normal de funcionamento, com a temperatura indicada coincidente e especificada para esta pressão | ISO 23251 - 3.47 |
| produto | o termo „produto“ abrange equipamentos, sistemas de proteção, dispositivos, componentes e suas combinações, bem como software conforme definido em 3.4.2 da norma EN ISO 9000:2000 (EN 13980.2002) | EN 13237 - 3.95 |
| proteção contra o esvaziamento por sucção, à prova de detonação | proteção contra o esvaziamento de um corta-chamas de selo líquido à prova de detonação, mantendo uma quantidade mínima de líquido, por razões de segurança | - |
| respiro de emergência | expiração necessária quando condições incomuns, tais como o rompimento de serpentinas internas de aquecimento ou fogo externo, existem dentro ou fora do tanque | ISO 28300 - 3.23 |
| respiro livre | abertura para respiro livre | EN 14015 - 3.1.40 |
| retrocesso de chama | fenômeno que ocorre em misturas inflamáveis de ar e gás, quando a velocidade local da mistura combustível se tornar menor que a velocidade da chama, causando o retrocesso da chama ao ponto de mistura | ISO 23251 - 3.34 |
| revestimento | pintura de proteção com camada de espessura definida | - |
| revestimento | revestimento com espessura máxima/mínima definida, para a proteção contra misturas agressivas (p.ex. ácido) | - |
| selo flutuante | estrutura que flutua na superfície de um líquido dentro de um tanque de teto fixo, principalmente para reduzir a perda de vapor | EN 14015 - 3.1.22 |
| selo líquido (selo d`água) | dispositivo que direciona o fluxo de gases de alívio através de um líquido (normalmente água) no seu percurso ao queimador, usado para proteger o tubo coletor contra infiltração de ar ou retrocesso de chama, para desviar o fluxo ou criar contrapressão no tubo coletor | ISO 23251 - 3.43 |
| sensor de temperatura | sensor de temperatura para monitorar a temperatura | - |
| sensor de temperatura integrado | sensor de temperatura integrado no corta-chamas, conforme especificado pelo fabricante do corta-chamas, a fim de proporcionar um sinal adequado para iniciar contramedidas | ISO 16852 - 3.24 |
| sistema de alívio | sistema consistindo de tubulações e dispositivos para a livre aspiração e expiração de partes da instalação | - |
| sistema de alívio com corta-chamas | calotas de respiro livre ou válvulas de alívio de pressão e vácuo, combinadas com corta-chamas ou com elementos corta-chamas integrados | DIN EN 14015 - 3.1.42 |
| sistemas de proteção | „sistemas de proteção“ significa dispositivos destinados a impedir de imediato explosões incipientes e/ou a limitar o alcance efetivo das chamas e das pressões de explosões. Sistemas de proteção podem ser integrados no equipamento ou colocados no mercado separadamente para serem utilizados como sistemas autônomos | EN 1127 - 3.36 |
| sobrepressão | aumento de pressão acima da pressão de ajuste, na qual a válvula de segurança alcança o curso especificado pelo fabricante, geralmente indicada como uma percentagem da pressão de ajuste | ISO 4126 - 3.2.3 |
| substância inflamável | substâncias na forma de gás, vapor, líquido, sólido ou suas misturas, capaz de sofrer reação exotérmica com o ar quando inflamada (EN 1127-1:1997) | EN 13237 - 3.48 |

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| tanque de estocagem, tanque de armazenamento | tanque ou vaso fixo que não faz parte da unidade de processamento em instalações petroquímicas, refinarias, plantas de gás, instalações de produção de óleo e gás e outras instalações | ISO 23251 - 3.74 |
| tela de proteção | componente que proporciona um fluxo livre, impedindo, porém, a entrada de objetos estranhos, como por exemplo, animais | - |
| temperatura ambiente | temperatura do ar ou de outro meio onde o equipamento será utilizado (IEV 826-01-04) (IEC 60204-32:1998). Nota: Na aplicação da Diretriz 94/9/EC, apenas ar é considerado | EN 13237 - 3.2 |
| temperatura de ignição (de um gás ou líquido inflamável) | a menor temperatura de uma parede aquecida, conforme definido nas condições de ensaio especificadas, nas quais a ignição de uma substância inflamável ocorrerá, na forma de uma mistura de gás ou de vapor com ar | EN 1127 - 3.31 |
| temperatura de trabalho | temperatura atingida quando o aparelho está operando de acordo com a sua classificação | - |
| teto flutuante | estrutura metálica que flutua na superfície de um líquido dentro do costado aberto de um tanque, em pleno contato com esta superfície | EN 14015 - 3.1.21 |
| tipo mensurável (corta-chamas estático) | corta-chamas onde os espaçamentos de extinção (quenching gaps) do elemento corta-chamas podem ser tecnicamente construídos, medidos e controlados | ISO 16852 - 3.17.1 |
| tipo não mensurável (corta-chamas estático) | corta-chamas, onde os espaçamentos de extinção (quenching gaps) do elemento corta-chamas não podem ser tecnicamente construídos, medidos ou controlados (p.ex., produtos aleatórios tais como malha, metal sinterizado ou cascalho) | ISO 16852 - 3.17.2 |
| tubo coletor | sistema de tubulação (vent header) que coleta os gases de alívio e os conduz ao tubo de exaustão (vent stack) | ISO 23251 - 3.78 |
| tubo de choque (SWGT) | componente para separar a onda de choque da frente de chamas: patente PROTEGO® | - |
| tubo de medição de nível | tubo no interior do tanque de armazenamento para determinar o nível do líquido e para tirar amostras - à prova de propagação de chamas ou de construção convencional | - |
| tubo guia | tubo para guiar a haste do obturador da válvula | - |
| tubo submerso | tubo que conduz ao fluido de imersão de um corta-chamas hidráulico | - |
| tubos de respiro | tubos conectados a válvulas com conexão para tubulação | EN 14015 - 3.1.45 |
| vácuo de ajuste | pressão manométrica interna negativa na qual a válvula de vácuo inicia a abertura | - |
| vácuo de projeto (pressão manométrica negativa) | máximo vácuo permitido (pressão manométrica negativa) no espaço acima do líquido armazenado | - |
| válvula com obturador tipo disco | válvula com obturador em forma de disco e guia axial | - |
| válvula de alívio de pressão | válvula projetada para abrir e aliviar o excesso de pressão, bem como fechar assim que as condições normais tenham sido restabelecidas, evitando a continuidade do fluxo | ISO 23251 - 3.56 |
| válvula de alívio de pressão convencional | válvula de alívio de pressão calibrada por mola, cujas características de funcionamento são diretamente afetadas por mudanças na contrapressão | ISO 23251 - 3.20 |
| válvula de alívio de pressão e vácuo (válvula PV) | válvula calibrada por peso, piloto-operada ou calibrada por mola, usada para aliviar o excesso de pressão e/ou o vácuo que se forma em um tanque | ISO 23251 - 3.11 |
| válvula de alívio de pressão piloto-operada | válvula de alívio de pressão na qual o dispositivo de alívio maior, ou válvula principal, é combinado com e controlado por uma válvula auxiliar de alívio de pressão auto-operada (piloto) | ISO 23251 - 3.52 |
| válvula de alta velocidade (corta-chamas dinâmico) | válvula de alívio de pressão projetada para velocidades nominais de fluxo que excedem a velocidade da chama da mistura explosiva, impedindo, desta forma, a propagação da chama | ISO 16852 - 3.18 |
| válvula de amostragem e alívio | torneiras ou válvulas à prova de retrocesso de chama ou não, para o alívio de partes da instalação | - |
| válvula de bloqueio tipo "shut-off" | uma válvula de bloqueio tipo "shut-off" é uma válvula que fecha automaticamente, para impedir que a pressão manométrica predeterminada seja excedida | DIN 3320-2 |
| válvula de diafragma | válvula em que a parte móvel consiste de diafragma | - |

## Glossário (tradução livre)

| Termo | Descrição | Fonte |
|---|---|---|
| válvula de drenagem de fundo | válvula de emergência no fundo do tanque, que fecha imediatamente em caso de ruptura da tubulação a jusante | - |
| válvula de retenção | válvula que impede o retorno contra a direção do fluxo | - |
| válvula de segurança | válvula que descarrega automaticamente, sem ajuda de qualquer outra energia além da do fluido, uma quantidade de fluido para impedir que uma pressão de segurança predeterminada seja excedida, e que é construída para fechar novamente e impedir a continuidade do fluxo após as condições normais de pressão de serviço terem sido restabelecidas | ISO 4126 - 3.1 |
| válvula piloto-operada | válvula atuada por dispositivo de controle (piloto) | - |
| válvulas de respiro de emergência | válvulas de alívio de pressão para respiro de emergência | - |
| vaso | recipiente ou invólucro estrutural em que materiais são processados, tratados ou armazenados | ISO 23251 - 3.80 |
| vávula com conexão para tubulação | válvula de pressão ou vácuo à qual uma tubulação para alívio pode ser conectada | EN 14015 - 3.1.44 |
| vedação do obturador | elemento de vedação entre o obturador e a sede da válvula | - |
| zona 0 | lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa, está presente constantemente, ou por longos períodos ou freqüentemente | EN 13237 - 3.119-1 |
| zona 1 | lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa, é provável de ocorrer ocasionalmente em condições normais de operação | EN 13237 - 3.119-2 |
| zona 2 | lugar, onde uma atmosfera explosiva, consistindo de uma mistura de ar com substâncias inflamáveis na forma de gás, vapor ou névoa, não é provável de ocorrer em operações normais, mas se ocorrer, persistirá apenas por curto período | EN 13237 - 3.119-3 |
| zonas para gases e vapores | áreas com risco de explosão são classificadas em zonas, baseadas na freqüência da ocorrência e da duração de uma atmosfera explosiva de gás. As definições se aplicam apenas a equipamentos do grupo II. | EN 13237 - 3.119 |

### *Extrato de EN 12874 (tradução livre)*

*Para ajudar os fabricantes e usuários a decidir, qual o corta-chamas mais adequado para sua aplicação, deve se considerar o seguinte:*

***1. Serviço***
*Fornecer uma breve descrição do uso previsto do corta-chamas.*

***2. Análise dos gases ou vapores***
*Fornecer informações completas sobre componentes inflamáveis e não inflamáveis, o que permitirá a definição correta do corta-chamas, do grupo de explosão e da seleção do material.*

***3. Peso molecular ou densidade dos gases ou vapores***
*Isto permitirá o cálculo de uma vazão equivalente de ar, para determinar a perda de pressão.*

***4. Vazão***
*Fornecer o valor em termos volumétricos ou informações suficientes para permitir o cálculo da vazão volumétrica. Para aplicações em tanques de armazenamento, devem ser fornecidos os requisitos de aspiração e expiração, ou informações suficientes sobre o tipo de tanque, forma de resistência à pressão, dimensões e vazões de enchimento e esvaziamento, a fim de possibilitar o cálculo desses parâmetros.*

***5. Faixas de temperatura***
*Para as condições de projeto e trabalho, as temperaturas máximas e mínimas irão permitir a definição correta do elemento corta-chamas e do projeto mecânico do corpo do corta-chamas.*

***6. Faixas de pressão***
*Para as condições de projeto e trabalho, as pressões máximas e mínimas irão permitir a definição correta do elemento corta-chamas e do projeto mecânico do corpo do corta-chamas.*
*A pressão máxima, em que uma mistura inflamável pode incendiar-se no processo, deve ser destacada se for diferente da pressão de trabalho normal. Para aplicações em tanques de armazenamento, os requisitos de pressão e vácuo devem ser fornecidos.*

***7. Perda de pressão admissível***
*Isto possibilitará a escolha correta do corta-chamas e é determinada a partir da vazão volumétrica.*

***8. Tipo***
*Especifique o corta-chamas para tubulação, de final de linha, pré-volumétrico, à prova de combustão de curta duração ou combustão contínua, e à prova de detonação estável/instável, conforme requisitado. No caso dos tipos para tubulação, detalhes sobre a tubulação entre o corta-chamas e a possível fonte de ignição devem ser fornecidas através de um esquema dimensional ou desenho isométrico.*

***9. Orientação***
*Indique a orientação prevista do corta-chamas (instalação horizontal ou vertical).*

***10. Diâmetro do tubo***
*O diâmetro nominal das tubulações de conexão deve ser indicado.*

***11. Tipo de conexão***
*Providencie detalhes das conexões flangeadas ou roscadas.*

***12. Material do corpo***
*Indique o material de fabricação de sua preferência. Isto poderá ser verificado pelo fabricante a partir de uma avaliação da composição da mistura e das condições de trabalho.*

***13. Material de elemento corta-chamas***
*Indique o material de fabricação de sua preferência. Isto poderá ser verificado pelo fabricante a partir de uma avaliação da composição da mistura e das condições de trabalho.*

***14. Construção***
*Cuidados devem ser tomados quando se utilizam materiais como alumínio ou plástico, que podem causar faíscas ou cargas eletrostáticas.*

***15. Documentação***
*Indique os requisitos de documentação.*

*Adicionalmente, PROTEGO® recomenda:*

***Provisão para incrustação***
*Ao dimensionar o corta-chamas, inclua reservas para a incrustação dos espaçamentos estreitos do FLAMEFILTER®.*

para segurança e meio-ambiente

# Materiais, unidades e fatores de conversão

## Pressão

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 bar | = 14.504 psi | 1 lb/ft$^2$ | = | 47,88 N/m$^2$ |
| | = 29.530 inch Hg | | = | 0,4788 mbar |
| | = 0.987 atm | | = | 4,882 mm WC |
| | = 401.46 inch WC | | | |
| 1 mbar | = 0.0145 psi | 1 inch WC | = | 249,09 N/m$^2$ |
| | = 0.0295 inch Hg | | = | 2,4909 mbar |
| | = 0.4015 inch WC | | = | 25,4 mm WC |
| | = 2.089 lb/ft$^2$ | 1 inch Hg | = | 33,864 mbar |
| 1 kPa | = 10 mbar | 1 psi | = | 68,94757 mbar |
| 1 inch $H_2O$ | = 2,49089 mbar | 1 inch Hg | = | 33,8639 mbar |
| 1 Pa | = 1 N/m$^2$ | 1 psi | = | 1 lb/in$^2$ |

## Temperatura

| | | | |
|---|---|---|---|
| Para converter ºC em ºF use | $T_F$ | = | 32 + 1,8 $T_C$ |
| | 0ºC | = | 32ºF |
| | 100ºC | = | 212ºF |
| Para converter ºF em ºC use | $T_C$ | = | 5/9 ($T_F$ - 32) |
| | 0ºF | = | -17,8ºC |
| | 100ºF | = | 37,8ºC |

## Material

| DIN Material Number | DIN-Material | ASTM-Material | |
|---|---|---|---|
| 0.6020 | GG 20 | A 278-30 | C.I. |
| 0.7040 | GGG 40 | A 536-77 | C.I. |
| 1.0619 | GS-C 25 | A 216 Gr. WCB | C.S. |
| 1.4301 | X5 CrNi 18 10 | A 240 Gr. 304 | S.S. |
| 1.4408 | G-X6 CrNiMo 18 10 | A 351 Gr. CF 8 M | S.S. |
| 1.0425 | P 265 GH | A 515 Gr. 60 | C.S. |
| 1.4541 | X6 CrNiTi 18 10 | A 240 Gr. 321 | S.S. |
| 1.4571 | X10 CrNiMoTi 18 10 | A 240 Gr. 316 Ti | S.S. |
| 3.2581 | AC 44200 | A 413 | Alu |
| Ta | Tantal | UNS R05200 | |
| 2.4610 | NiMo 16 Cr 16 Ti | UNS N06455 | C-4 |
| 2.4686 | G-NiMo 17 Cr | UNS N30107 | Casting |
| 2.4602 | NiCr 21 Mo 14 W | UNS N06022 | C-22 |
| 2.4819 | NiMo 16 Cr 15 W | UNS N10276 | C-276 |

Os materiais aplicáveis são especificados na cotação ou na confirmação de pedido:
Em termos gerais, o significado é o seguinte:

| | |
|---|---|
| CS (Carbon steel / Aço carbono) | = 1.0619 or 1.0425 |
| SS (Stainless steel / Aço inoxidável) | = 1.4408 or 1.4571 |
| Hastelloy | = 2.4686 or 2.4602 |

## Diferenças importantes entre o sistema decimal americano e as unidades do sistema SI

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| e.g. | 1 m | = 100 cm | = 100,00 cm | (UK/US: 100.00 cm) |
| | 1 km | = 1.000 m | = 1.000,00 m | (UK/US: 1,000.00 m) |

## Vedações e revestimentos

| | |
|---|---|
| PTFE | = politetrafluoretileno |
| PVDF | = fluoreto de polivinilideno |
| PFA | = perfluoroalcóixido |
| FPM 70 | = fluor elastômero |
| WS 3822 | = fibras anorgânicas e de aramida bem como materiais minerais de reforço ligado à borracha nitrílica NBR |
| ECTFE | = perfluoralcooloxitileno |
| FEP | = etileno propileno fluorado |

| DN | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamanho | 1/4 | 1/2 | 3/4 | 1 | 1 1/4 | 1 1/2 | 2 | 2 1/2 | 3 | 4 |

| DN | 125 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 600 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamanho | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 24 |

| DN | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1200 | 1400 | 1600 | 1800 | 2000 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tamanho | 28 | 32 | 36 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 |

## Comprimento

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 cm | = 0.3937 | inch | 1 inch | | = 25,4 mm |
| 1 m | = 3.2808 | ft | 1 ft | = 12 inch | = 0,3048 m |
| | = 1.0936 | yards | 1 yard | = 3 ft | = 0,9144 m |
| 1 km | = 0.621 | miles | 1 mile | | = 1,609 km |

## Área

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1cm$^2$ | = 0.1550 | sq inch | 1 sq inch | = 6,4516 cm$^2$ |
| 1 m$^2$ | = 10.7639 | sq ft | 1 sq ft | = 0,0929 m$^2$ |
| | = 1.196 | sq yards | 1 sq yard | = 0,836 m$^2$ |
| 1km$^2$ | = 100 | hectares | | |
| | = 0.3861 | sq miles | | |
| | = 247 | acres | | |

## Volume

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 cm$^3$ | = 0.06102 | cu inch | 1 cu inch | = 16,3870 cm$^3$ |
| 1 liter | = 0.03531 | cu ft | 1 cu ft | = 28,317 liter |
| | = 0.21997 | gal (UK) | 1 gal (UK) | = 4,5461 liter |
| | = 0.26417 | gal (US) | 1 gal (US) | = 3,785 liter |
| 1 m$^3$ | = 35.315 | cu ft | 1 cu ft | = 0,028317 m$^3$ |
| | = 6.290 | petr. barrels | 1 petr. barrel | = 0,15899 m$^3$ |

## Massa

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 g | = 0.03527 oz | 1 oz | = | 28,35 g |
| 1 kg | = 2.2046 lb | 1 lb | = | 16 oz |
| | | | = | 0,4536 kg |

## Velocidade e vazão volumétrica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 m/s | = 196.85 | ft/min | 1 ft/min | = 0,508 cm/s |
| 1 km/h | = 0.6214 | mph | 1 mph | = 1,60934 km/h |
| 1 m$^3$/h | = 4.403 | gal/min (US) | 1 gal/min (US) | = 0,227 m$^3$/h |
| | = 3.666 | gal/min (UK) | 1 gal/min (UK) | = 0,273 m$^3$/h |
| | = 0.5886 | cu ft/min | 1 cu ft/min | = 28,317 liter/min |
| 1 kg/h | = 0.0367 | lb/min | 1 lb/min | = 27,216 kg/h |
| | | | 1 cu ft/h | = 0,028317 m$^3$/h |

## Torção

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Nm | = 0.738 lb ft | 1 lb ft | = 1,36 Nm |

## Densidade

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 kg/dm$^3$ | = 62.43 lb/cu ft | 1 lb/cu ft | = 0,016 kg/dm$^3$ |

## Dados de projeto

| | |
|---|---|
| **Cotação nº.** | **Pedido nº.** |
| **Projeto nº.** | **Referência do projeto** |
| **Válvula / corta-chamas etiqueta nº.** | **Tanque / vaso nº.** |

### Tanque / vaso de armazenamento

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ☐ de superfície | | diâmetro | m/pés | pressão de projeto | mbar/pol $H_2O$ |
| ☐ abaixo do solo | | altura | m/pés | vácuo de projeto | mbar/pol $H_2O$ |
| ☐ isolado | | altura de parede | m/pés | bombeamento para dentro, vazão | m³/h pés³/min |
| espessura do isolamento | mm / pol. | | | bombeamento para fora, vazão | m³/h pés³/min |
| ☐ proteção por gás inerte | | gás inerte | grau | norma de projeto | DIN API outras |

### Produto armazenado Composição do gás/vapor de exaustão

| Componentes Nome | Fórmula | Vol.% | Ponto de fulgor °C/°F | Grupo de risco | MESG mm/inch | Gr. de expl. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

### Planta de processamento

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| temperatura de projeto | °C/°F | pressão de projeto | bar/psi | | |
| temperatura de trabalho | °C/°F | pressão de trabalho | bar/psi | contrapressão | mbar/pol $H_2O$ |

### Instalação

| | | | |
|---|---|---|---|
| ☐ em tubulação | ☐ horizontal | distância da fonte de ignição | m/pés |
| ☐ em final de linha | ☐ vertical | | |

### Função

| | | |
|---|---|---|
| ☐ pressão | ☐ à prova de combustão contínua | ☐ temperatura monitorada |
| ☐ vácuo | ☐ à prova de combustão de curta duração | |
| ☐ pressão/vácuo combinado | ☐ à prova de deflagração | ☐ pressão monitorada |
| ☐ corta-chamas | ☐ à prova de detonação | ☐ bidirectional |

### Dados da válvula e do corta-chamas

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| diâmetro nominal DN | | vazão $\dot{V}$ | m³/h pés³/min | densidade | kg/m³ lb/pés³ |
| pressão nominal PN | | flange de entrada | DN | PN | forma |
| pressão de ajuste de bancada | mbar/pol $H_2O$ | flange de saída | DN | PN | forma |
| vácuo de ajuste de bancada | mbar/pol $H_2O$ | perda de pressão $\Delta p$ | mbar/pol $H_2O$ | | |

### Material

| partes sujeitas à pressão | internos | revestimento |
|---|---|---|
| | | |

### Inspeção/documentação

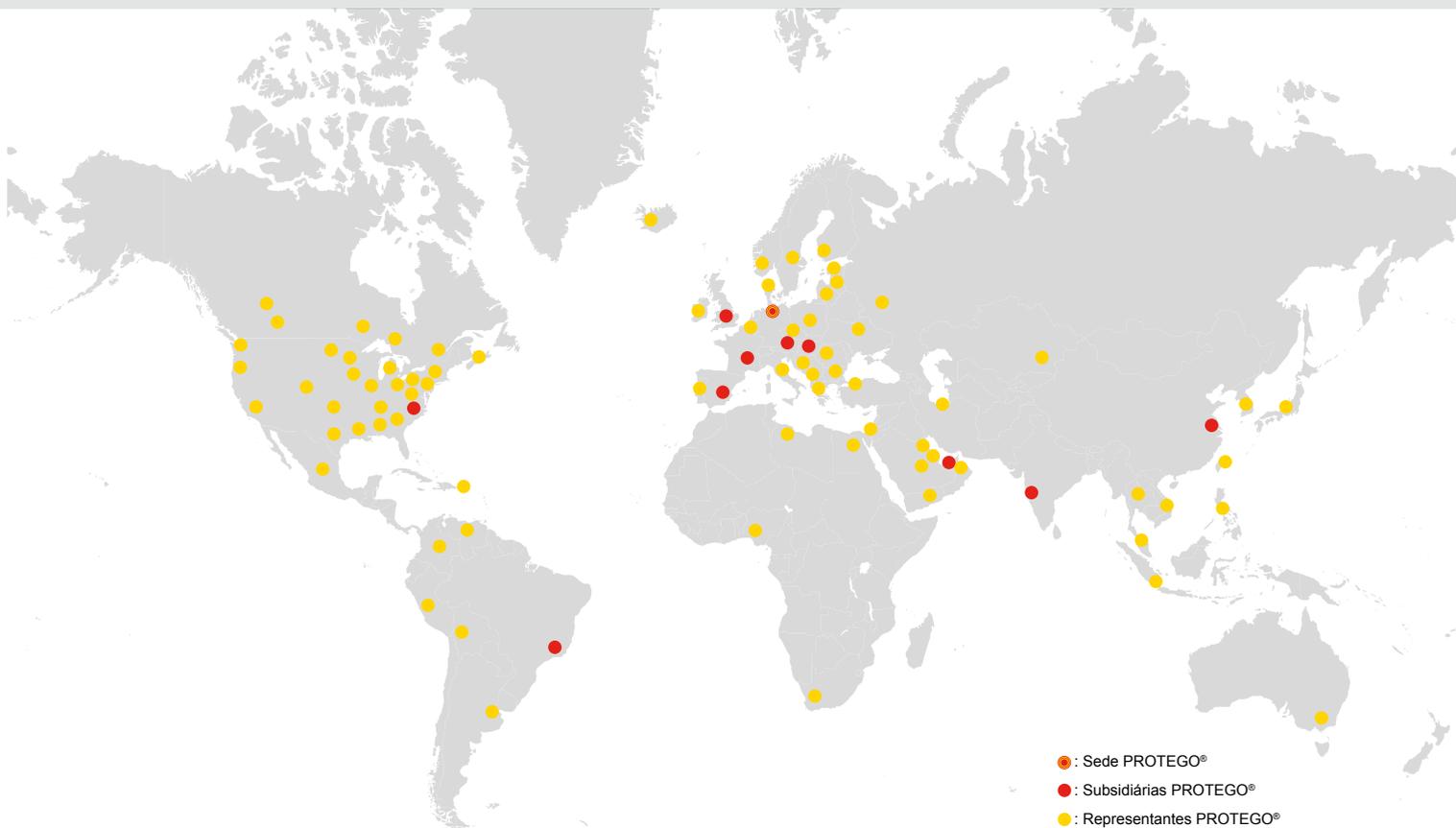
| certificado de material | certificado de fábrica | certificado de desempenho |
|---|---|---|
| | | |

**Esboço da tubulação (extrato) / observações adicionais / diversos** → ver folha separada

Preencha e tique ☐, se aplicável - apague a unidade, se não for aplicável

assinado: data: aprovado: liberado:

PROTEGO
*para segurança e meio-ambiente*

: Sede PROTEGO®
: Subsidiárias PROTEGO®
: Representantes PROTEGO®

## Germany
Sede PROTEGO:
Braunschweiger Flammenfilter GmbH
Industriestrasse 11
38110 Braunschweig
phone: +49(0)5307-809-0
fax: +49(0)5307-7824
email: office@protego.de

## USA
PROTEGO (USA) Inc.
497 Jessen Lane
Charleston, SC 29492
phone: +1-843-284 03 00
fax: +1-843-284 03 04
email: office@protego.com

## Spain
PROTEGO España
Pintor Serra Santa, 19
08860 Castelldefels
phone: +34-93-6 34 21 65
fax: +34-93-6 64 44 64
email: es-office@protego.com

## Great Britain
PROTEGO UK Ltd.
Studio 1, Europa House Europa Way Britannia
Enterprise Park
Lichfield, Staffordshire, WS14 9TZ
phone: +44-15 43-42 06 60
fax: +44-15 43-42 06 63
email: uk-office@protego.com

## Switzerland
Ramseyer AG
Industriestraße 32
3175 Flamatt
phone: +41-31-7 44 00 00
fax: +41-31-7 41 25 55
email: info@ramseyer.ch

## Hungary
PROTEGO Ungarn Kft.
3515 Miskolc
Berzsenyi D. u. 26.
phone: +36-46-381 815
fax: +36-46-381 816
email: protego@t-online.hu

## France
S.I.D. Steiblé Ingenierie et Distribution SARL
4 avenue de Strasbourg
ZAC des Collines
68350 Didenheim
phone: +33-3-89 60 62 70
fax: +33-3-89 60 62 75
email: info@sid-steible.fr

## Austria
PROTEGO
Armaturen- und Apparatetechnik Ges.m.b.H
Industriestraße B 16
2345 Brunn am Gebirge
phone: +43-22 36-3 27 20
fax: +43-22 36-3 27 21 12
email: office@protego.co.at

## Middle East
PROTEGO Middle East
FZSI BL05
JAFZ, Dubai, U.A.E.
P.O. Box 261505
phone: +971-4-88 600 95
fax: +971-4-88 600 96
email: sanjiv.advani@protego.com

## Brasil
PROTEGO Brasil
Válvulas e Corta Chamas Ltda.
Rua Montevideu, 486 - Penha
CEP 21020-290 Rio de Janeiro RJ
phone: +55-21-2112 5700
fax: +55-21-2112 5723
email: protegobrasil@protego.com

## China
PROTEGO China
Room 730A, German Centre,
No. 88 Keyuan Rd.
Shanghai, 201203
phone: +86-21-28 98 65 58
fax: +86-21-28 98 65 90
email: yan.zhang@protego.cn

## India
PROTEGO India Pvt. Ltd.
R-665, TTC. Industrial Area MIDC, Rabale
Navi Mumbai, 400 701
phone: +91-22-27 69 11 56
fax: +91-22-27 69 20 85
email: sales@protego-india.com

**www.protego.com**

*para segurança e meio-ambiente*